ചെറുതിൽ ചെറുതും വലുതിൽ വലുതും

വി. ആർ. മാധവപ്പണിക്കർ

ചെറുതിൽ ചെറുതും

വലുതിൽ വലുതും

malayalam

CHERUTHIL CHERUTHUM

VALUTHIL VALUTHUM

by

p. r. madhava panicker

editor

v. k. damodaran

consultant

m. p. parameswaran

cover design, illustrations

chandranandan

proof

sudha panicker

first published
august 1984
published and distributed by

kerala sastra sahitya parishad
trivandrum 695 037

printed at
geo printers trivandrum 695 004

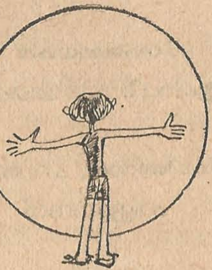
all rights reserved

price rs five

kssp 294/84
CB D/8 1/10000

ചെറുതിൽ ചെറുതും

വലുതിൽ വലുതും



പി. ആർ. മാധവപ്പണിക്കർ

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്

ചെറുതിൽ ചെറുതും

വലുതിൽ വലുതും

പി. ആർ. മാധവപ്പണിക്കർ

എഡിററർ

വി. കെ. ദാമോദരൻ

സംശോധകൻ

എം. പി. പരമേശ്വരൻ

കവർ ഡിസൈൻ, ചിത്രീകരണം

ചന്ദ്രാനന്ദൻ

പ്രൂഫ്

സുധാ പണിക്കർ

ഒന്നാം പതിപ്പ്

ഓഗസ്ററ് 1984

പ്രസാധനം വിതരണം

കേരള ശാസ്ത്ര സാഹിത്യ പരിഷത്ത്

തിരുവനന്തപുരം 695 037

അച്ചടി

ജിയോ പ്രിൻേറഴ്സ്

തിരുവനന്തപുരം 695 004

വില

അഞ്ചു രൂപ

അവതാരിക

കേരള ശാസ്ത്ര സാഹിത്യ പരിഷത്ത് ഏർപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള സ്കോളർഷിപ്പിനുവേണ്ടി ആണ്ടുതോറും നടക്കുന്ന മത്സരമാണല്ലൊ യുറീക്കാ വിജ്ഞാന പരീക്ഷ. പ്രത്യേക സിലബസ്സിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നടത്തുന്ന ഈ പരീക്ഷയിൽ നാലു ലക്ഷത്തിലധികം വിദ്യാർഥികൾ പങ്കെടുത്തുവരുന്നു. ഇക്കൊല്ലത്തെ പരീക്ഷയ്ക്കുള്ള സിലബസ്സ് പ്രഖ്യാപിച്ചു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഈ അവസരത്തിൽ ആവശ്യമായ റഫറൻസുകൾക്കുവേണ്ടി അപ്പർ പ്രൈമറി വിദ്യാർഥികൾ അന്വേഷണം നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്.

ഈ അന്വേഷണം ലളിതവും കൂടുതൽ വിജ്ഞാനപ്രദവുമായ ഒരു അഭ്യാസമാക്കി മാററാൻ സഹായിക്കുന്ന ഒരു ഗ്രന്ഥമാണ് 'ചെറുതിൽ ചെറുതും വലുതിൽ വലുതും'. ഈ വിഷയം ഒട്ടും ലളിതമല്ല. എങ്കിലും ബാലസാഹിത്യരചനയിൽ കൃതഹസ്തനും സാഹിത്യ അക്കാദമി അവാർഡ് നേടിയ ദേഹവുമായ ശ്രീമാൻ പി. ആർ. മാധവപ്പണിക്കർ പ്രതിപാദനം കഴിയുന്നത്ര ലളിതമാക്കാൻ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നു കാണാം. പുസ്തകത്തിലുടനീളം അവിടവിടെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ചോദ്യങ്ങൾ മററു പുസ്തകങ്ങളിലേക്കും, വായിച്ച കാര്യങ്ങൾ ഒന്നുകൂടി മനസ്സിരുത്തി പഠിക്കേണ്ട ആവശ്യത്തിലേക്കും വിരൽ ചൂണ്ടുന്നവയാണ്. ഈ ചോദ്യങ്ങൾക്കുള്ള ഉത്തരങ്ങൾ അന്വേഷിക്കുമ്പോൾ പ്രകൃതി സമൂഹം ശാസ്ത്രം, ദൂരെ ദൂരെ ദൂരെ, കണ്ണെത്താത്ത ദൂരങ്ങളിൽ,

സമയമെന്തായി, ഇത്തിരിസ്ഥലം, സൂര്യനും ഗ്രഹ ങ്ങളും, കല്ലും പുല്ലും കടുവയും, വല്ലാത്ത ചൂട് എന്നീ പുസ്തകങ്ങൾ കൂടി വായിക്കുവാൻ കുട്ടികൾക്ക് താല്പ ര്യം ജനിക്കും. ഗൈഡുകൾ പഠിച്ച് പരീക്ഷ പാസ്സാ വാൻ ശീലിക്കുന്നതാണല്ലോ ഇന്നത്തെ രീതി. ഇതിനു പകരം കുട്ടികളിൽ വായനാശീലം വളർത്തുന്നതിലൂടെ ചെറുപ്രായത്തിൽ തന്നെ അറിവു വർധിപ്പിക്കാനുള്ള മാർഗങ്ങൾ കാണിച്ചു തരുന്നതാണ് ഈ പുസ്തകത്തി ൻെറ ശൈലി. അതുതന്നെയാണല്ലൊ യുറീക്കാ പരീ ക്ഷയുടെ ലക്ഷ്യവും.

ആ നിലയ്ക്ക് ഈ പുസ്തകത്തിൽ സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ള സ്വാഗതാർഹമായ പുത്തൻ അവതരണശൈലി കൊ ച്ചുകൂട്ടുകാർക്ക് ആസ്വാദ്യമായി തോന്നും. ഇത്തര മൊരു ലഘുഗ്രന്ഥത്തിലൂടെ അറിവിൻെറ വിശാല മായ പ്രപഞ്ചത്തിലേക്കും അറിവുനേടുന്നതിനുള്ള ശാ സ്ത്രീയ മാർഗങ്ങളിലേക്കും കുട്ടികളെ കൈപിടിച്ചുയർ ത്തുകയാണ് പണിക്കർ. വിഷയത്തോടുള്ള സമീപനം അധ്യാപകർക്കും മാതൃക തന്നെ.

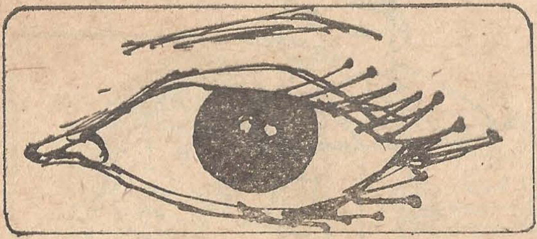
കേരളത്തിലെ മിടുക്കന്മാരും മിടുക്കികളുമായ കൊച്ചു വായനക്കാരുടെ കുഞ്ഞിക്കൈകളിൽ ഈ ലഘുഗ്രന്ഥം ഞാൻ സസന്തോഷം അവതരിപ്പിക്കട്ടെ.

തിരുവനന്തപുരം
23–8–1984 വി. കെ. ദാമോദരൻ

അധ്യായങ്ങളും ഉള്ളടക്കവും

1. പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങൾ 9–12	പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളിലൂടെ പ്രപഞ്ചത്തെ മനസ്സിലാക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തെ അറിയുന്നതിൽ ഏററവും പ്രധാന ഇന്ദ്രിയം കണ്ണാണ്. ഇക്കാര്യത്തിൽ കണ്ണിനെ സഹായിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളാണ് .സൂക്ഷ്മദർശിയും ദൂരദർശിയും.
2. പ്രകാശവും വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രവും 13–22	കാണുന്നതെങ്ങനെ? പ്രകാശത്തിന്റെ ആവശ്യം. എന്താണു പ്രകാശം? വൈദ്യുത കാന്തമണ്ഡലങ്ങൾ. തരംഗങ്ങൾ, യൂണിററുകൾ. വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രം.
3. പഠനസഹായികൾ 23–28	ദൃശ്യരശ്മികൾ. അൾട്രാവയലററ്, എക്സ്, ഗാമ, ഇൻഫ്രാറെഡ്, റേഡിയോ—തരംഗങ്ങൾ.
4. വലിപ്പത്തിന്റെ വലിപ്പം 29–38	സ്ഥൂല പ്രപഞ്ചത്തിലെ വലിപ്പങ്ങളിലുള്ള വൈവിധ്യങ്ങൾ. ഒരു ബിന്ദുമുതൽ അനന്തപ്രപഞ്ചം വരെ. വലിപ്പങ്ങളുടെ ഗോവണി.
5. ചെറുപ്പത്തിന്റെ വലിപ്പം 39–46	സൂക്ഷ്മ പ്രപഞ്ചത്തിലെ വലിപ്പങ്ങളിലുള്ള വൈവിധ്യം. ഒരു ബിന്ദുമുതൽ പ്രാഥമികകണം വരെ. ജീവലോകത്തിലെ വലിപ്പ വൈവിധ്യങ്ങൾ.

6. ഭാരവും ജഡത്വവും ഗുരുത്വാകർഷണവും 47–62	ദ്രവ്യത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന ഗുണങ്ങൾ: ജഡത്വവും ഗുരുത്വാകർഷണവും. ദ്രവ്യമാനം. ദ്രവ്യമാനത്തിലെ വൈവിധ്യങ്ങൾ. ഫോട്ടോണും ഇലക്ട്രോണും മുതൽ അനന്ത പ്രപഞ്ചം വരെ.
7. സമയത്തിലെ വൈവിധ്യം 63–66	ഏററവും കുറഞ്ഞ സമയ ഇടവേള. ഏററവും കൂടിയ സമയ ഇടവേള. സമയത്തിന്റെ യൂണിററുകൾ.
8. സൂക്ഷ്മദർശികൾ 67–75	ആരംഭം. ഉപയോഗങ്ങൾ. പ്രത്യേകതകൾ. പരിമിതികൾ. പ്രകാശകീയ സൂക്ഷ്മ ദർശി. ദ്രവ്യതരംഗങ്ങൾ. ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മ ദർശി.
9. ദൂരദർശികൾ 76–86	ആരംഭം. ഉപയോഗം. വിവിധ ഇനങ്ങൾ. പ്രതിഫലന ദൂരദർശി. അപവർത്തക ദൂരദർശി. ഭൂമിയിൽ നിന്നു നിരീക്ഷിക്കുമ്പോൾ പ്രശ്നങ്ങൾ. ബഹിരാകാശത്ത്.
10. വലുതിൽ ചെറുതും ചെറുതിൽ വലുതും 87–88	ഈ മഹാ പ്രപഞ്ചത്തിൽ മനുഷ്യന്റെ സ്ഥാനം.



I. പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങൾ

പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങൾ എന്നു കേട്ടിട്ടില്ലേ? പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങൾ എന്നു പറഞ്ഞാൽ അഞ്ച് ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ എന്നാണ് അർഥം. ഏതൊക്കെയാണ് ഈ അഞ്ച് ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ?

കണ്ണ്, മൂക്ക്, ചെവി, നാക്ക്, തൊലി.

ഓരോന്നും എന്തിനാണ്?

കണ്ണ് — കാണാൻ.
മൂക്ക് — മണക്കാൻ.
ചെവി — കേൾക്കാൻ.
നാക്ക് — രുചിക്കാൻ.
തൊലി — തൊട്ടറിയാൻ.

പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങൾകൊണ്ട് നാം വസ്തുക്കളെ അറിയുന്നു.
കണ്ണുകൊണ്ട് കണ്ട് അറിയുന്നു.
മൂക്കുകൊണ്ട് മണത്ത് അറിയുന്നു.
ചെവികൊണ്ട് കേട്ട് അറിയുന്നു.
നാക്കുകൊണ്ട് രുചിച്ചറിയുന്നു.
തൊലികൊണ്ട് സ്പർശിച്ച് അറിയുന്നു.

അങ്ങനെ, കണ്ടും മണത്തും കേട്ടും രുചിച്ചും സ്പർശിച്ചും നാം പ്രപഞ്ചഭാഗങ്ങളെക്കുറിച്ചു മനസ്സിലാക്കുന്നു. അതിലൂടെ പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചു മനസ്സിലാക്കുന്നു.

കണ്ണുകൊണ്ട് കണ്ട് അറിയുന്നു.

മൂക്കുകൊണ്ട് മണത്ത് അറിയുന്നു.

ചെവികൊണ്ട് കേട്ട് അറിയുന്നു.

നാക്കുകൊണ്ടു് രുചിച്ച്
അറിയുന്നു.

തൊലികൊണ്ടു്
സ്പർശിച്ചറിയുന്നു

കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാനാവാത്തത്ര ചെറിയ വസ്തുവാണെങ്കിൽ വലുതാക്കി കാണുവാൻ നാം സൂക്ഷ്മദർശി അഥവാ മൈക്രോസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കണ്ണുകൊണ്ടു് നേരിട്ട് വ്യക്തമായി കാണാനാവാത്തത്ര ദൂരെയാണു വസ്തുവെങ്കിൽ അതിനെ അടുത്തു കാണുവാൻ നാം ദൂരദർശി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

സൂക്ഷ്മദർശി, ദൂരദർശി എന്നിവയെപ്പോലെ, കണ്ണിന്റെ ധർമ്മത്തെ സഹായിക്കുന്ന മററു പല ഉപകരണങ്ങളും ഉണ്ടു്. പക്ഷേ, മൂക്കുകൊണ്ടു് മണത്തറിയാനാവാത്തത്ര കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാത്രമുള്ള മണം അറിയുവാൻ മൂക്കിനെ സഹായിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളൊന്നും നാം ഉണ്ടാക്കിയിട്ടില്ല. അതുപോലെ രുചി മനസ്സിലാക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളും ഉണ്ടാക്കി

യിട്ടില്ല. പക്ഷേ, കേരംക്കാനാവാത്തത്ര ചെറിയ ശബ്ദത്തെ വലുതാക്കി കേരംക്കമാറാക്കുവാൻ ഉപകരണങ്ങളുണ്ട്.

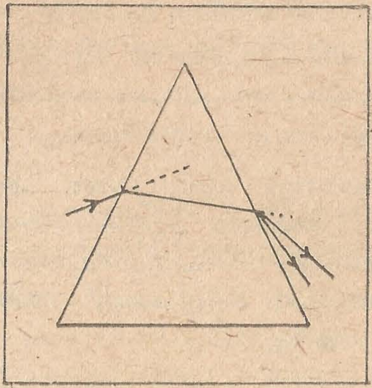
ചോദ്യം: ശബ്ദം വലുതാക്കി കേരംപ്പിക്കുന്ന ഉപകരണം ഏതു്?

പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചു് അറിയുന്നതിൽ പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങരംക്കെല്ലാം പ്രാധാന്യമുണ്ടെങ്കിലും ഏററവും പ്രാധാന്യമുള്ള ഇന്ദ്രിയം കണ്ണാണു്. പ്രപഞ്ചത്തിൽ നാമറിയുന്നതിൽ തൊണ്ണൂററി ഒമ്പതു ശതമാനം വസ്തുക്കളും നാം "കണ്ടു്" അറിയുന്നവയാണു്. ശരിയായി മനസ്സിലാക്കുവാനായി കണ്ണിനു് ഉപകരണങ്ങളുടെ മാത്രം സഹായം പോരാ, തലച്ചോറിൻെറ സഹായവും വേണം.

ഇക്കാര്യം പ്രത്യേകം ഓർമിക്കണം. കണ്ണുകരം വെറുതെ കാണാൻ മാത്രമുള്ളതല്ല. മനസ്സിലാക്കാനായി സഹായിക്കുന്നവയാണു്. അപ്പോരം, വെറുതെ കണ്ടാൽ പോരാ. ശരിയായി കാണണം. കാണുന്നതെന്തും അതേപടി ശരിയാണെന്നു വിശ്വസിക്കരുതു്. മിന്നുന്നതെല്ലാം പൊന്നല്ല എന്ന ചൊല്ലു് കേട്ടിട്ടില്ലേ? മിന്നുന്നതെല്ലാം മാത്രമല്ല മിന്നാത്തതുപോലും പൊന്നാണെന്നു പറഞ്ഞ് ധരിപ്പിക്കാൻ പലരും ശ്രമിച്ചെന്നിരിക്കും. അപ്പോഴെല്ലാം നോക്കിക്കാണണം. ചിന്തിച്ചു മനസ്സിലാക്കണം. പൊന്നേതു് കരിയേതു് എന്നു വേർതിരിച്ചു് മനസ്സിലാക്കാൻ പഠിക്കണം.

കണ്ണിനെ സഹായിക്കാൻ എപ്പോഴും മനസ്സിനെ തയാറാക്കി നിർത്തണം. അതിനു് പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചറിയണം. വിശദമായി അറിയണം. അതിനു് സഹായിക്കാനാണു് ഈ പുസ്തകം.

ഈ പുസ്തകത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചു പറയുന്നതു് കണ്ണുകൊണ്ടു് കണ്ടതും കണ്ടതിനെക്കുറിച്ചു് വിശദമായി അപഗ്രഥിച്ചു മനസ്സിലാക്കിയതും പഠിച്ചതുമായ കാര്യങ്ങളാണു്. കണ്ണുകൊണ്ടു കണ്ടതു് എന്നു പറയുമ്പോരം, കണ്ണിനെ സഹായിക്കുന്നതും കണ്ണിനു പകരമുപയോഗിക്കുന്നതുമായ ഉപകരണങ്ങരം ഉപയോഗിച്ചു മനസ്സിലാക്കുന്നതുമായ കാര്യങ്ങരം ഉരംപ്പെടുമെന്നു് ഓർമിക്കണം.



2. പ്രകാശവും വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രവും

കണ്ണുകൊണ്ടും ഉപകരണങ്ങൾകൊണ്ടും കാണുന്ന പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചാണു നാം പഠിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നതെന്നു സൂചിപ്പിച്ചല്ലോ. നാമെങ്ങനെയാണു കാണുന്നതു്?

ദീപത്തിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം നമ്മുടെ കണ്ണിൽ വീഴമ്പോഴാണു് നാം ദീപത്തെ കാണുന്നതു്.

നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം കണ്ണിൽ വീഴുമ്പോഴാണു് നാം നക്ഷത്രത്തെ കാണുന്നതു്.

സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്ന ഏതു വസ്തുവിനെയും നാം കാണുന്നതു് അങ്ങനെയാണു്. സ്വയം പ്രകാശിക്കാത്ത വസ്തുക്കളെ കാണുന്നതോ?

> ചോദ്യം: സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്നവ എന്നാലെന്തു്?
> സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾക്കു് അഞ്ചു് ഉദാഹരണങ്ങളെഴുതുക.

സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും വസ്തുവിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം സ്വയം പ്രകാശിക്കാത്ത വസ്തുവിൽ തട്ടി പ്രതിഫലിച്ച് നമ്മുടെ കണ്ണിൽ വീഴുമ്പോൾ നാം അതിനെ കാണുന്നു.

ബൾബിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം പുസ്തകത്തിൽ തട്ടി പ്രതിഫലിച്ച് നമ്മുടെ കണ്ണിലെത്തുമ്പോൾ നാം പുസ്തകം കാണുന്നു. പുസ്തകം സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്നില്ല.

ചന്ദ്രൻ സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്നില്ല. സൂര്യപ്രകാശം ചന്ദ്രനിൽ വീണു പ്രതിഫലിക്കുന്നു. അങ്ങനെ പ്രതിഫലിക്കുന്ന വെളിച്ചം നമ്മുടെ കണ്ണിൽ വീഴുമ്പോൾ നാം ചന്ദ്രനെ കാണുന്നു. സൂര്യപ്രകാശമില്ലായിരുന്നെങ്കിൽ വെറും കണ്ണുകൊണ്ട് നമുക്ക് ചന്ദ്രനെ കാണുവാൻ ആകുമായിരുന്നില്ല.

ചോദ്യം: സൂര്യപ്രകാശം ചന്ദ്രനിൽത്തട്ടി പ്രതിഫലിക്കുന്നതുപോലെ ഭൂമിയിൽ നിന്നും പ്രതിഫലിക്കുന്നുണ്ടോ?

വെളിച്ചമില്ലെങ്കിൽ നമുക്ക് ഒന്നിനെയും കാണുവാൻ കഴിയില്ല.

എന്താണു വെളിച്ചം അഥവാ പ്രകാശം? പ്രകാശം ഊർജമാണ്. തരംഗത്തിൻെറ രൂപത്തിൽ പ്രസരിക്കുന്ന ഊർജം.

കുളത്തിലെ വെള്ളത്തിലേക്ക് ഒരു കല്ലിട്ടാൽ വെള്ളത്തിലൂടെ തരംഗങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്നതു് കണ്ടിട്ടില്ലേ? ജലകണികകൾ ഒരു പ്രത്യേക രൂപത്തിൽ ചലിക്കുന്നതാണ് അതു്. അതുപോലെ പ്രകാശതരംഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നതു് എന്താണ്? പ്രകാശതരംഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നതു് വൈദ്യുതിയുടെയും കാന്തതയുടെയും മണ്ഡലങ്ങളാണ്. എന്നു പറഞ്ഞാൽ എന്താണർഥം?

കാന്തത്തിനെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടില്ലേ? കാന്തം ഇരുമ്പുപൊടിയുടെ അടുത്തു കൊണ്ടുവന്നാൽ ഇരുമ്പുപൊടി കാന്തത്തിലേക്ക് ചാടിപ്പിടിച്ചിരിക്കും.

എന്തു കൊണ്ടാണിതു സംഭവിക്കുന്നതു്?

കാന്തം ഇരുമ്പുപൊടിയെ ആകർഷിക്കുന്നതുകൊണ്ടു്.

> ചോദ്യം: ഒരു കാന്തത്തിനടുത്തേക്ക് ഒരു ഇരുമ്പാണി കൊണ്ടുവരുമ്പോൾ ഇരുമ്പാണി വികർഷിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ഇരുമ്പാണിക്ക് എന്തെങ്കിലും പ്രത്യേകതയുണ്ടോ?

എങ്ങനെയാണ് കാന്തം ഇരുമ്പുപൊടിയെ ആകർഷിക്കുന്നത്?

കാന്തത്തിനെ ചുററി കാന്തമണ്ഡലമുണ്ട്. അതുകൊണ്ടാണ് കാന്തത്തിന് ഇരുമ്പുപൊടിയെ ആകർഷിക്കാൻ സാധിക്കുന്നത്.

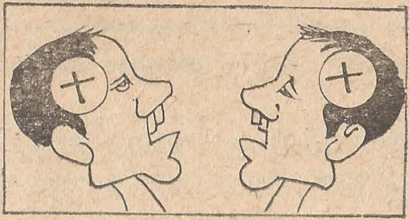
കിണററിൽ നിന്ന് വെള്ളം കോരുന്നത് കണ്ടിട്ടില്ലെ? കയർ കെട്ടിയ തൊട്ടി കിണററിലെ വെള്ളത്തിൽ മുക്കി പൊക്കണം. അതുപോലെയുള്ള ധാരാളം കാന്തികക്കയറുകളാണ് കാന്തമണ്ഡലത്തിൽ ഉള്ളതെന്നു പറയാം. ഈ കയറുകളെ നമുക്കു കാണാനാവില്ല. പക്ഷേ അവ ഇരുമ്പുപൊടിപോലെയുള്ള പദാർഥങ്ങളിലും മററു കാന്തങ്ങളിലും ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതായി മനസ്സിലാക്കാനാവും.

അപ്പോൾ കാന്തമണ്ഡലത്തിലുള്ളത് ഒരു തരം കാന്തികക്കയറുകളാണെന്നു പറയാം. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഉപയോഗിക്കുന്ന പ്രയോഗം 'കയർ' എന്നല്ല. അവരതിനെ കാന്തിക ബലരേഖകൾ എന്നു പറയുന്നു. ചെറിയ കയറുകളുണ്ട്. ചൂടി അഥവാ ഇഴക്കയർ എന്നു പറയും. അത്തരം പല ചെറിയ കയറുകൾ ചേർത്തു പിരിച്ച വടവുമില്ലെ? അതുപോലെ പല ബലരേഖകൾ ചേർന്നതിനെ കാന്തിക ബലക്കുഴലുകൾ എന്നു വിളിക്കാറുണ്ട്. ഒരു വ്യത്യാസമുണ്ട്. ഒരു കാന്തിക ബലക്കുഴലിലെ ബലരേഖകൾ പരസ്പരം തൊടുകയില്ല. അതു നിർബന്ധമാണ്.

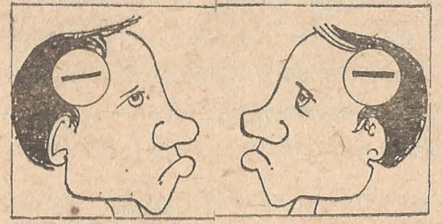
കാന്തിക ബലരേഖകളെവിടെയുണ്ടോ അവിടെ കാന്തമണ്ഡലമുണ്ടെന്നു പറയാം. കാന്തം അവിടെ ഉണ്ടാവണമെന്ന് നിർബന്ധമില്ല.

ഇനി വൈദ്യുത മണ്ഡലത്തെക്കുറിച്ചു മനസ്സിലാക്കാം. കാന്തമണ്ഡലം പോലെ തന്നെയാണ് വൈദ്യുത മണ്ഡലവും.

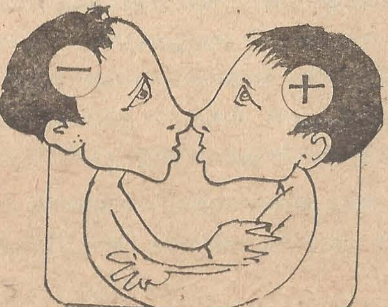
ഒരു ധനവൈദ്യുത ചാർജ്ജ് മറ്റൊരു ധനവൈദ്യുത ചാർജ്ജിനെ വികർഷിക്കുമെന്നും, ഋണവൈദ്യുത ചാർജ്ജിനെ ആകർഷിക്കുമെന്നും പഠിച്ചിട്ടില്ലേ?



ധനവൈദ്യുത ചാർജ്ജുകൾ വികർഷിക്കുന്നു.



ഋണ വൈദ്യുത ചാർജ്ജുകൾ വികർഷിക്കുന്നു.



ചാർജ്ജുകൾ ധനവും ഋണവും; ആകർഷിക്കുന്നു.

എങ്ങനെയാണ് ഇതു് സാധിക്കുന്നതു്. കാന്തത്തിൻെറ കാര്യത്തിൽ പറഞ്ഞതുപോലെ, വൈദ്യുതചാർജിനെച്ചുററിയു മുണ്ടു് 'കയറുകരം': വൈദ്യുത ചാർജിൽ നിന്നുത്ഭവിക്കുന്ന ബല രേഖകരം.

വൈദ്യുത ബലരേഖകരം എവിടെയുണ്ടോ അവിടെ വൈദ്യുത മണ്ഡലമുണ്ടെന്നു പറയാം. വൈദ്യുതചാർജ് അവിടെ ഉണ്ടാവണമെന്നു് നിർബന്ധമില്ല.

അപ്പോരം, വൈദ്യുത കാന്തമണ്ഡലങ്ങളാണ് പ്രകാശ തരംഗത്തിന്നു് കാരണമായ രീതിയിൽ ചലിക്കുന്നതു്. പ്രകാശം വിദ്യുത്–കാന്തിക തരംഗങ്ങളായി സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നോ, പ്രകാശം വിദ്യുത്കാന്തിക തരംഗങ്ങളാണെന്നോ പറയാം.

തരംഗത്തിനെക്കുറിച്ച പറയുമ്പോരം വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു കാര്യമാണ് അതിൻെറ വലിപ്പം അഥവാ നീളം. തരംഗത്തിന് എത്ര നീളമുണ്ടു് എന്നതു് തരംഗത്തിൻെറ സ്വഭാവത്തെത്തന്നെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഒരു ഘടകമാണ്.

എന്താണ് തരംഗത്തിൻെറ നീളം?

നീളമുള്ള കയറിൻെറ ഒരററം ജനൽക്കമ്പിയിലോ മറെറവിടെങ്കിലുമോ മുറുക്കി കെട്ടുക. മറെറ അററം കൈയിൽ പിടിച്ചു് കയർ വലിച്ചു പിടിച്ചു് ചെറുതായി മുകളിലേക്കും താഴേക്കും അനക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ കയറിൽ തരംഗമുണ്ടായി നീങ്ങുന്നതു കാണാം. കയറിൻെറ നീളം മുഴുവനുംകൂടി ഒരു തരംഗം മാത്രമാക്കി നിർത്താം. അതേ നീളത്തിൽത്തന്നെ കൂടുതൽ തരംഗങ്ങളുണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യാം. എങ്ങനെയാണ് എത്ര തരംഗങ്ങളുണ്ടെന്നു കാണുന്നതു്? കയറിൽ ഏററവും ഉയർന്നു നില്ക്കുന്ന സ്ഥാനം മുതൽ വീണ്ടും ഏററവുമുയർന്നു നില്ക്കുന്ന സ്ഥാനം വരെ ഒരു തരംഗം. ആ ദൂരമാണ് തരംഗത്തിൻെറ നീളം അഥവാ തരംഗദൈർഘ്യം. അങ്ങനെ എത്രയെണ്ണമുണ്ടെന്നു് എണ്ണാം. പ്രകാശത്തിൻെറ കാര്യത്തിലും ഇതുപോലെ തരംഗദൈർഘ്യത്തെക്കുറിച്ചു പറയാം. വൈദ്യുതമണ്ഡലത്തിൻെറ ഏററവും കൂടുതൽ മൂല്യമുള്ള സ്ഥാനം മുതൽ തൊട്ടടുത്തു് അതേ സമയത്തു് ഏററവും കൂടുതൽ മൂല്യമുള്ള സ്ഥാനം വരെയുള്ള ദൂരമാണ് തരംഗദൈർഘ്യം.

കയറിലെ തരംഗങ്ങളെ എണ്ണാവുന്നതുപോലെ എളുപ്പത്തിൽ പ്രകാശതരംഗങ്ങളെ എണ്ണിക്കളയാമെന്നു കരുതരുതേ. നമ്മുടെ കണ്ണുകൊണ്ടൊന്നും വേർതിരിച്ചുകാണാനാവാത്തത്ര ചെറുതാണ് പ്രകാശതരംഗങ്ങൾ. പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം ഏകദേശം എത്ര വരുമെന്ന് അറിയണ്ടേ?

4×10^{-7} മീററാണ് വയലററ് രശ്മിയുടെ ഏകദേശ തരംഗദൈർഘ്യം. എന്നു പറഞ്ഞാൽ 4 മീററിന്റെ ഒരു കോടിയിലൊരംശം. എന്നു പറഞ്ഞാൽ ഒരു മീററർ സ്കെയിലിന്റെ ഒരററം മുതൽ മറേറ അററം വരെ 25 ലക്ഷം വയലററ് തരംഗങ്ങൾക്ക് 'വാലേ വാലേ' (തൊട്ടുതൊട്ട്, ക്യൂ ആയിട്ട്) നില്ക്കാമെന്ന് അർഥം. ചുവപ്പു രശ്മിയാണെങ്കിൽ കുറെക്കൂടി നീളമുള്ളതാണ്. വയലററിന്റെ ഏതാണ്ട് ഒന്നര മടങ്ങിലധികം വരും അത്.

അങ്ങനെ പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗം വളരെ വളരെ ചെറിയതാണ്. തരംഗദൈർഘ്യം മീററിലല്ല പറയാറ്. നാനോമീററർ (നാമീ) എന്ന തോതിലാണ്. (ഉച്ചാരണം ശ്രദ്ധിക്കുക: ആനയിലെ ന ആണ്.) 1 മീററിന്റെ നൂറു കോടിയിലൊരംശമാണ് ഒരു നാനോമീററർ.

1 നാമീ $=10^{-9}$ മീ.

അഥവാ 10^{9} നാമീ $=1$ മീ.

നാനോ മീററിന്റെ പത്തിലൊന്നു മാത്രമുള്ള മറെറാരു യൂണിററും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ആങ്സ്ട്രം (A–ആങ്) എന്നാണ് ആ യൂണിററിനു പേരു്.

1 ആങ് $=10^{-10}$ മീ $=0.1$ നാമീ

10^{10} ആങ് $=1$ മീ.

ചോദ്യം: 1 നാമീ എത്ര ആങ്? 1 കി മീ എത്ര നാമീ? 1 സെക്കൻഡുകൊണ്ട് പ്രകാശം 3 ലക്ഷം കി മീ സഞ്ചരിക്കും. 1 നാമീ സഞ്ചരിക്കുവാൻ എത്ര സെക്കൻഡു വേണം?

തരംഗദൈർഘ്യത്തിന്റെ ചെറുപ്പത്തെക്കുറിച്ചു പറഞ്ഞപ്പോൾ മറെറാരു കാര്യം കൂടി സൂചിപ്പിച്ചതു ശ്രദ്ധിച്ചോ?

വയലററ് രശ്മിയുടെയും ചുവപ്പു രശ്മിയുടെയും തരംഗ ദൈർഘ്യങ്ങരം തുല്യമല്ലെന്നതാണ് അതു്. വയലററിനും ചുവപ്പിനും മാത്രമല്ല ഈ പ്രത്യേകത, ഏതു നിറത്തിനുമുണ്ടു്.

പ്രകാശരശ്മികരം തമ്മിൽ നിറവ്യത്യാസമുണ്ടാവാൻ തന്നെ കാരണം അവയുടെ തരംഗദൈർഘ്യത്തിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ്.

വയലററിനെക്കാരം തരംഗദൈർഘ്യമുണ്ടു് നീലയ്ക്കു്. നീലയെക്കാരം തരംഗദൈർഘ്യം കൂടുതലുള്ളതാണ് പച്ചരശ്മി. പച്ചരശ്മിയുടെ തരംഗദൈർഘ്യം മഞ്ഞയുടേതിനെക്കാരം കുറവാണ്. മഞ്ഞയുടേതാവട്ടെ ചുവപ്പിനെക്കാരം കുറവുമാണ്.

വയലററിനെക്കാരം കുറഞ്ഞ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള പ്രകാശ രശ്മികരം ഇല്ലെ?

ചുവപ്പിനെക്കാരം കൂടുതൽ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള പ്രകാശ രശ്മികരം ഇല്ലെ?

ഉണ്ടു്, തീർച്ചയായും ഉണ്ടു്. പക്ഷേ നമുക്കു് അവയെ കാണാനാവില്ല എന്നുമാത്രം. അതു് നമ്മുടെ കണ്ണിൻെറ കഴിവു കുറവ്. വയലററു മുതൽ ചുവപ്പുവരെയുള്ള പ്രകാശ രശ്മികളെ മാത്രമേ കണ്ണിനു് സ്വീകരിച്ച് വേർതിരിക്കാനാവൂ. മററു രശ്മികരം 'കാണുവാൻ' ഉപകരണങ്ങരം വേണം. പണ്ടുപണ്ടു് ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങരം ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടു് നാം ആദ്യം മനസ്സിലാക്കിയതു് വയലററ് മുതൽ ചുവപ്പുവരെയുള്ള പ്രകാശമാണ്. പ്രകാശം എന്ന പ്രയോഗം കൊണ്ടു് നാം സാധാരണയായി വയലററു മുതൽ ചുവപ്പുവരെയുള്ള ഭാഗം മാത്രമേ അർത്ഥമാക്കാറുള്ളു എന്നതിനു കാരണവും അതുതന്നെ. ഈ ഭാഗത്തിനു് ദൃശ്യരശ്മികരം എന്നു പറയുന്നു.

ചോദ്യം: പ്രകാശ തരംഗങ്ങളും ജലതരംഗങ്ങളും തമ്മിലുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട അഞ്ചു വ്യത്യാസങ്ങരം എഴുതുക.

വയലററിനെക്കാരം തരംഗദൈർഘ്യം കുറഞ്ഞ രശ്മികരംക്കു് അരംട്രാ വയലററ് രശ്മികരം എന്നു പറയുന്നു. ഏകദേശം

400 നാമീയിൽ തുടങ്ങി 10 നാമീ വരെയുള്ള വ്ദ്യുത് കാന്തിക തരംഗങ്ങൾക്ക മൊത്തത്തിലുള്ള പേരാണ് അൾട്രാവയലററ് എന്നു്. തരംഗദൈർഘ്യം കുറയുന്തോറും പദാർത്ഥങ്ങളിൽ തുളച്ചു കടക്കാനുള്ള കഴിവും കൂടും. അൾട്രാവയലററ് രശ്മികളെ ശരീരത്തിൽ വീഴാനനുവദിച്ചാൽ അവ ശരീരത്തിൽ തുളച്ചു കയറും, കോശങ്ങളെ നശിപ്പിക്കും. സൂര്യനിൽനിന്നു് ധാരാളം അൾട്രാവയലററ് രശ്മികൾ വരുന്നുണ്ടു്. അവയിൽ നല്ല പങ്കിനും അന്തരീക്ഷം താണ്ടി ഇങ്ങു താഴെ എത്താൻ കഴിയാറില്ല എന്നു മാത്രം.

ഭാര്യ വക്കീലിനോട്: നിങ്ങൾക്കിങ്ങനെ കുപ്പായവുമിട്ടു നടന്നാൽ മതിയല്ലോ. ഞാനല്ലെ ഈ ഇൻഫ്രാറഡ് രശ്മികളത്രയും സഹിക്കേണ്ടത്.

വക്കീൽ: കറുത്ത കുപ്പായമല്ലെ. അതുമിട്ടു നടക്കുമ്പോൾ എനിക്കും കിട്ടും ആവശ്യത്തിലധികം ഇൻഫ്രാറഡ്.

ചോദ്യം: എന്തുകൊണ്ടാണ് വക്കീലിന്റെ ഭാര്യക്ക് വക്കീലിനെക്കാൾ കൂടുതലായി ഇൻഫ്രാറഡ് രശ്മികൾ ഏല്ക്കേണ്ടി വരുന്നതു്? വക്കീലിന്റെ മറുപടി എന്തു സൂചിപ്പിക്കുന്നു?

അംട്രാവയലററിനെക്കാഠം തരംഗദൈർഘ്യം കുറഞ്ഞ വി ദ്യുത് കാന്തിക തരംഗങ്ങളാണ് എക്സ് രശ്മികഠം. ഏകദേ ശം 10 നാമീ മുതൽ താഴേക്ക് 0.1 നാമീ വരെയാണ് ഇവയുടെ തരംഗദൈർഘ്യങ്ങഠം.

0.1 നാമീയിലും കുറഞ്ഞ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ളവയാണ് ഗാമാരശ്മികഠം.

ഇപ്പറഞ്ഞതു് നമ്മുടെ കണ്ണിനു് കാണാവുന്ന, അഥവാ ന മ്മുടെ കണ്ണ് കാഴ്ചയ്ക്കായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന, രശ്മികളെ ക്കാഠം കുറഞ്ഞ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ളവയുടെ കാര്യം. വയലററു മുതൽ ചുവപ്പുവരെയുള്ള രശ്മികളാണല്ലോ നമുക്ക് കാണാവു ന്നവ. അവയ്ക്കു് മൊത്തത്തിൽ ദൃശ്യരശ്മികഠം എന്നാണ് പേരു്. ഏകദേശം 400 നാമീ മുതൽ 700 നാമീ വരെയാണ് ദൃശ്യരശ്മികളുടെ തരംഗദൈർഘ്യം.

ദൃശ്യരശ്മികളെക്കാഠം തരംഗദൈർഘ്യം കൂടിയ വിദ്യുത് കാന്തിക തരംഗങ്ങളും ഉണ്ടു്. തരംഗദൈർഘ്യത്തിൻെറ കാര്യ ത്തിൽ ചുവപ്പു രശ്മികളുടെ തൊട്ടയൽക്കാരായ അദൃശ്യരശ്മി കളാണ് ഇൻഫ്രാറഡ് രശ്മികഠം. ഇവിടം മുതൽ, തരംഗ ദൈർഘ്യം പറയാൻ നാമീയെക്കാഠം വലിയ യൂണിററുകഠം ഉപ യോഗിക്കുകയാവും നന്നു്.

നാമീയെക്കാഠം 1000 മടങ്ങു വലിയ യൂണിററാണ് മൈ ക്രോമീററർ (മൈമീ.)

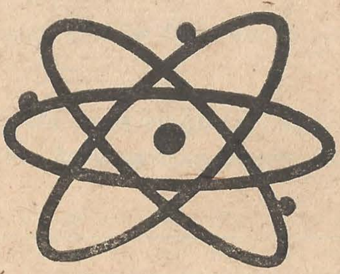
1000 നാമീ=1 മൈമീ.

700 നാമീ എന്നതിനു പകരം 0.7 മൈമീ എന്നു പറയാം. അപ്പോഠം 0.7 മൈമീയെക്കാഠം ദൈർഘ്യം കൂടിയ തരംഗങ്ങളാ ണ് ഇൻഫ്രാറെഡ്. 0.7 മൈമീ മുതൽ ഏകദേശം 100 മൈമീ വരെ. 100 മൈമീയിൽ കൂടുതൽ തരംഗ ദൈർഘ്യമുള്ള വിദ്യുത് കാന്തിക തരംഗങ്ങഠംക്ക് മൊത്തത്തിൽ റേഡിയോ തരംഗങ്ങഠം എന്നാണു പേരു്. കിലോമീററുകഠം വരെ നീളമുള്ള റേഡി യോ തരംഗങ്ങളുണ്ടു്.

ഇൻഫ്രാറഡിനും റേഡിയോ തരംഗങ്ങഠംക്കുമിടയിൽ, ഒരു മില്ലീമീററിൻെറ ചെറിയൊരംശം മുതൽ ഏതാനും മില്ലീമീററർ

വരെ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ളവയെ പ്രത്യേകം സൂക്ഷ്മ തരംഗങ്ങൾ (മൈക്രോ വേവ്) എന്നും പറയാറുണ്ട്. റേഡിയോ പ്രക്ഷേപണത്തിലെന്നതുപോലെയുള്ള ആശയവിനിമയ ആവശ്യങ്ങൾക്ക് ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നവയാണല്ലോ റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ. അപ്പോൾ അവയുടെ കൂട്ടത്തിൽ തീരെ ചെറിയവ എന്ന അർഥത്തിലാണ് ഇവക്കു് 'സൂക്ഷ്മ' തരംഗങ്ങൾ എന്നു പേരിട്ടതു്. എക്സ് രശ്മികളും ഗാമാരശ്മികളും മററുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കുമ്പോൾ എത്രയോ അധികമാണ് ഇവയുടെ തരംഗദൈർഘ്യം. ഇവയെ മില്ലീമീററർ തരംഗങ്ങൾ എന്നും വിളിക്കാറുണ്ട്.

ഗാമാതരംഗങ്ങൾ, എക്സ് രശ്മികൾ, അൾട്രാവയലററ് രശ്മികൾ, ദൃശ്യരശ്മികൾ, ഇൻഫ്രാറെഡ് രശ്മികൾ, മില്ലീമീററർ തരംഗങ്ങൾ, റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ എന്നിവയെ എല്ലാം ചേർത്തു് വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രം എന്നു പറയുന്നു.



3. പഠനസഹായികൾ

പ്രകാശമെന്നതു് വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രത്തിന്റെ ഒരു ചെറിയ ഭാഗം മാത്രമാണെന്നല്ലെ മനസ്സിലാക്കിയതു്. പക്ഷേ, നമ്മെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഇതു് എത്ര പ്രധാനപ്പെട്ട ഭാഗമാണെന്നു് ആലോചിച്ചു നോക്കൂ.

പുസ്തകം വായിക്കാൻ പ്രകാശം വേണം.

ഏതു വസ്തുവിനെ കാണാനും പ്രകാശം വേണം.

കണ്ണുകൊണ്ടു നേരിട്ടു് കാണുവാൻ പ്രകാശം കൂടിയേ തീരൂ.

നമ്മുടെ കണ്ണിന്റെ പ്രത്യേകത കൊണ്ടാണു് വയലറ്റു മുതൽ ചുവപ്പുവരെയുള്ള രശ്മികൾ മാത്രം നമുക്കു ദൃശ്യരശ്മികളായതെന്നും മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ.

നമ്മുടെ കണ്ണു് ഇങ്ങനെയാവാൻ കാരണമെന്താണു്?

സൂര്യനിൽ നിന്നു് ഏറ്റവുമധികമുണ്ടായി പ്രസരിക്കുന്നതു് ഈ ദൃശ്യരശ്മികളായതുതന്നെയാണു് കാരണം. സൂര്യനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണല്ലോ നാമുൾപ്പെടെ ഭൂമിയിലെ ജീവന്റെ മുഴുവൻ നിലനില്പു്. സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള ഊർജത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണല്ലോ ഇവിടത്തെ ജീവന്റെ പരിണാമമത്രയും സംഭവിച്ചതു്. അപ്പോൾ പിന്നെ, സൂര്യനിൽ നിന്നു് ഏറ്റവുമധികം ലഭിക്കുന്ന ദൃശ്യരശ്മികൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന

രീതിയിൽ നമ്മുടെ കണ്ണുകഠം പരിണമിച്ചതിൽ അതിശയി ക്കാൻ എന്തിരിക്കുന്നു!

ഭൂമിയിലല്ലാതെ മറേറതെങ്കിലും ഗ്രഹത്തിൽ ജീവൻ നില നില്ക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലോ?

സൗരയൂഥത്തിലെ ഗ്രഹങ്ങളിൽ ഭൂമിയിലല്ലാതെ മററൊരി ടത്തും ജീവൻ നിലനില്ക്കുന്നതായി നമുക്കു കണ്ടെത്താൻ കഴി ഞ്ഞിട്ടില്ല.

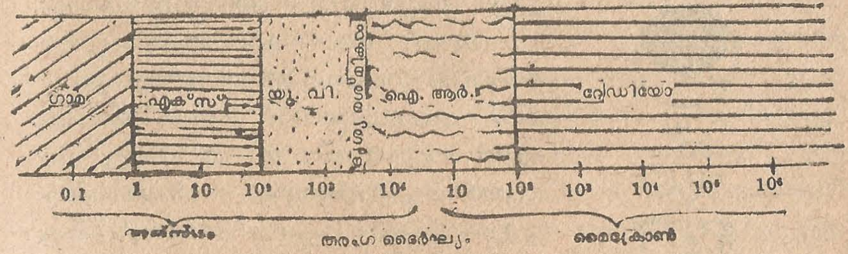
ചോദ്യം: ഏതെല്ലാമാണ് സൗരയൂഥത്തിലെ ഗ്രഹങ്ങഠം?

പക്ഷേ, സൗരയൂഥത്തിൽ മാത്രമല്ലല്ലോ ഗ്രഹങ്ങളുള്ളത്. കോടിക്കണക്കിനു നക്ഷത്രങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഗ്രഹങ്ങളു ണ്ട്. അവയിൽ ചിലതിലെല്ലാം ജീവൻ ഉണ്ടാവാം. അങ്ങനെ യാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ അഭിപ്രായം. എങ്കിൽ, അവർക്കും ദൃശ്യരശ്മികളായുള്ളത് നമ്മുടെ ദൃശ്യരശ്മികഠം തന്നെയാ ണോ? ആവണമെന്നു നിർബന്ധമില്ല. ഏതു നക്ഷത്രവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടാണ് അവിടെ ജീവൻ നിലനില്ക്കുന്നത് എന്നതി നെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും അത്. ഇൻഫ്രാറഡ് രശ്മികഠം ഏററവു മധികം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന നക്ഷത്രമായാൽ, അവർക്ക് ഇൻഫ്രാ റഡ് രശ്മികളാവാം ദൃശ്യമായുള്ളത്. അപ്പോഠം അവർ വസ്തു ക്കളെ കാണുന്നത് ഇൻഫ്രാറഡ് രശ്മികളുടെ സഹായത്താ ലാവും. നമുക്കാകട്ടെ ഇൻഫ്രാറഡ് രശ്മികഠം ചൂടു പകരുന്ന രശ്മികളാണ്.

ചോദ്യം: നിങ്ങഠംക്കറിയാവുന്ന പത്തു് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പേരെഴുതുക.

കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാവുന്ന രശ്മികളെ മാത്രമേ നിരീക്ഷ ണത്തിനായി ഉപയോഗിക്കാവൂ എന്നുണ്ടോ?

ഇല്ല. വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രത്തിലെ മററു ഭാഗങ്ങളും നിരീക്ഷണത്തിനായി പ്രയോജനപ്പെടുത്താം.



വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്ര മേഖലകൾ കാണിക്കുന്നതാണ് ഈ ചിത്രം. യു. വി. എന്നത് അൾട്രാവയലററ് എന്നതിന്റെ ചുരുക്കരൂപം. ഐ. ആർ. എന്നത് ഇൻഫ്രാറെഡ് എന്നതിന്റെ ചുരുക്കരൂപം. മൊത്തം വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രത്തിൽ എത്രയോ ചെറിയൊരു ഭാഗം മാത്രമാണ് നമ്മുടെ കണ്ണിനു കാണാവുന്ന (ദൃശ്യ) രശ്മികൾ എന്ന കാര്യം ശ്രദ്ധിക്കൂ.

സൂര്യന്റെ കാര്യം തന്നെ ഉദാഹരണമായെടുക്കാം.

സൂര്യനിൽ നിന്ന് ദൃശ്യരശ്മികൾ മാത്രമല്ല പ്രസരിക്കുന്നത്. ഗാമാരശ്മികളുണ്ട്. എക്സ് രശ്മികളുണ്ട്. അൾട്രാവയലററ് രശ്മികളുണ്ട്. ഇൻഫ്രാറെഡ് രശ്മികളുണ്ട്. റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുണ്ട്. അപ്പോൾ ഇവയെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടും സൂര്യനെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാനാവണം. പക്ഷേ, ഒന്നുണ്ട് കണ്ണുകൊണ്ട് നേരിട്ട് നിരീക്ഷിച്ച് അതു സാധിക്കാനാവില്ല. അതിന് യോജിച്ച ഉപകരണങ്ങൾ വേണം.

ചോദ്യം: സൂര്യനെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്കറിയാവുന്ന പത്തു കാര്യങ്ങൾ എഴുതുക.

മററു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കാര്യവും ഇങ്ങനെ തന്നെയാണ്. അവയിൽ നിന്നുമെല്ലാം വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രത്തിലെ വിവിധ മേഖലകളിലുള്ള രശ്മികൾ പ്രസരിക്കുന്നുണ്ട്.

നക്ഷത്രങ്ങൾ സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്നു എന്നും ഗ്രഹങ്ങൾ സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്നില്ല എന്നും നാം മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

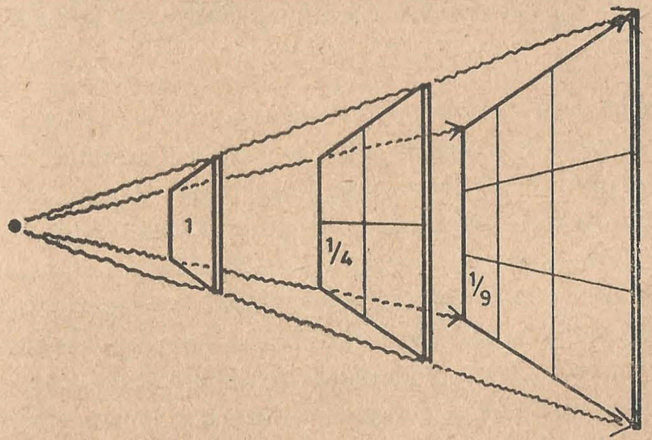
എല്ലാ വസ്തുക്കളിൽ നിന്നും വിദ്യുത്കാന്തിക വികിരണമുണ്ടായി പ്രസരിക്കുന്നു.

ഇതു് ദൃശ്യരശ്മികളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി മാത്രമാണു്. നമുക്കു്കാണാനാവശ്യമായ തോതിൽ ഗ്രഹങ്ങളിൽ നിന്നു് ദൃശ്യരശ്മികൾ സ്വയമുണ്ടായി പ്രസരിക്കുന്നില്ല എന്നു മാത്രമേ അതിനു് അർത്ഥമുള്ളു. സത്യത്തിൽ ഗ്രഹങ്ങളിൽ നിന്നുപോലും ദൃശ്യരശ്മികൾ പ്രസരിക്കുന്നുണ്ടു്. വളരെക്കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാത്രം. ദൃശ്യരശ്മികൾ മാത്രമല്ല എല്ലാ ഇനത്തിലും പെട്ടന്ന വിദ്യുത്കാന്തിക തരംഗങ്ങൾ പ്രസരിക്കുന്നുണ്ടു്.

ഏതു വസ്തുവിനെ സംബന്ധിച്ചും ഇതു ശരിയാണ്. എല്ലാ പദാർത്ഥങ്ങളും, എല്ലാ വസ്തുക്കളും, വികിരണങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു. പല തരംഗ ദൈർഘ്യങ്ങളിലുള്ള വിദ്യുത്കാന്തിക വികിരണങ്ങൾ. പദാർത്ഥം എത്രമാത്രം ചൂടായിരിക്കുന്നുവോ അത്രയും കൂടുതൽ വികിരണം ഉണ്ടാവും. അതായതു് ഓരോ തരംഗദൈർഘ്യത്തിലും എത്രമാത്രം ഊർജം ഉണ്ടായി പ്രസരിക്കുന്നു എന്നതു് വസ്തുവിന്റെ താപനിലയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

ചോദ്യം: മുറിയിലിരിക്കുമ്പോൾ വല്ലാത്ത ചൂടു് തോന്നാറില്ലെ? ഭിത്തിയും കൂരയുമാകെ ചുട്ടുപഴുത്തിരിക്കുകയാണെന്നാവും നാം കാരണം പറയുക. ചൂടായിരിക്കുന്ന ഭിത്തിയിൽ നിന്നും കൂരയിൽ നിന്നും മററും ചൂടു പുറത്തേക്കു വരുമോ? എന്തു രൂപത്തിൽ? വിദ്യുത് കാന്തിക സ്പെക്ട്രവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തിയാണ് ഉത്തരം നല്കേണ്ടതു്.

അപ്പോൾ, വിദ്യുത് കാന്തിക സ്പെക്ട്രത്തിലെ വിവിധ മേഖലകളെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് നമുക്ക് ഗ്രഹങ്ങളെയും നക്ഷത്രങ്ങളെയും മററും നിരീക്ഷിക്കാൻ സാധിക്കണം. ഗ്രഹത്തിൽ നിന്നു പുറപ്പെടുന്ന എക്സ്രശ്മികൾ സ്വീകരിച്ച് നിരീക്ഷിക്കാനുള്ള ഉപകരണം ഉണ്ടാക്കാൻ ആവണം. ഗ്രഹത്തിൽ നിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ഇൻഫ്രാറഡ് വികിരണങ്ങളും റേഡിയോ തരംഗങ്ങളും മററും സ്വീകരിച്ച് വിശകലനം ചെയ്യാനുള്ള ഉപകരണങ്ങളും ഉണ്ടാക്കാൻ സാധിക്കണം. ഇതു പോലെതന്നെയാണ് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കാര്യവും.



ചോദ്യം: പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രസരണത്തെ സംബന്ധിക്കുന്ന ഒരു പ്രത്യേകതയാണ് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അരപ്പേജിൽ വിശദീകരണമെഴുതുക.

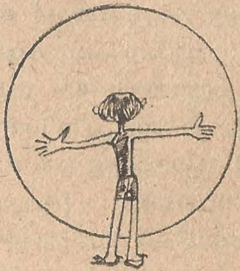
മൊത്തത്തിൽ, വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രമാകെ പഠനസഹായിയാണ്; പ്രപഞ്ചത്തെ നിരീക്ഷിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നവ.

നിരീക്ഷണങ്ങൾക്കായി വിവിധ ഉപകരണങ്ങൾ ആവശ്യമാണ്. വിദ്യുത്കാന്തിക സ്പെക്ട്രത്തിലെ വിവിധ മേഖ

ലകളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ. ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ നാം കണ്ടറിഞ്ഞിട്ടുള്ള പ്രപഞ്ചഭാഗങ്ങളുടെ വലിപ്പങ്ങളെക്കുറിച്ചും ചെറുപ്പങ്ങളെക്കുറിച്ചും ഇനി നമുക്ക് അല്പം വിസ്തരിച്ചു തന്നെ പഠിക്കാം. അതിനുശേഷം സൂക്ഷ്മദർശികളെക്കുറിച്ചും ദൂരദർശികളെക്കുറിച്ചും മറ്റും പൊതുവായ ചില കാര്യങ്ങളും പഠിക്കണം.

വലിപ്പച്ചെറുപ്പങ്ങളിലെ വൈവിധ്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കിക്കഴിഞ്ഞാൽ,

ഈ മഹാ പ്രപഞ്ചത്തിൽ മനുഷ്യൻെറ സ്ഥാനമെന്താണെന്ന് വിലയിരുത്താം.

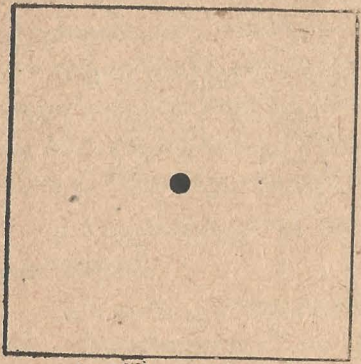


4. വലിപ്പത്തിന്റെ വലിപ്പം

വലിപ്പത്തിലും തൂക്കത്തിലും സമയത്തിലും എത്ര എത്ര വൈവിധ്യങ്ങളാണ് നാം പ്രപഞ്ചത്തിൽ കാണുന്നതും അറിയുന്നതും. ആദ്യം നമുക്ക് വലിപ്പങ്ങളെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാം. ഏററവുമെളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാവുന്നതു് നമ്മുടെ കണ്ണുകൊണ്ടുതന്നെ മൊത്തത്തിൽ കാണാവുന്നവയാണല്ലോ. അതു് ഏതെല്ലാം വലിപ്പങ്ങൾ വരും? ഒരു മില്ലിമീററിന്റെ ചെറിയൊരംശം മുതൽ ഏതാനും മീററർ വരെ. ജീവികളുടെ വലിപ്പം പറഞ്ഞാലോ– റേഷനരിയിലും ഗോതമ്പിലും മററും കാണാറുള്ള ചെള്ളിന്റെ വലിപ്പം മുതൽ ആനയുടെയും തിമിംഗലത്തിന്റെയും മററും വലിപ്പം വരെ. നമുക്ക് നമ്മുടെ കണ്ണുകൊണ്ടു നേരിട്ടു കാണാവുന്ന ഏററവും വലിയ വലിപ്പത്തിനെക്കാൾ വളരെ ചെറുതാണ് ഏററവും വലിയ ജീവിയുടെ വലിപ്പം.

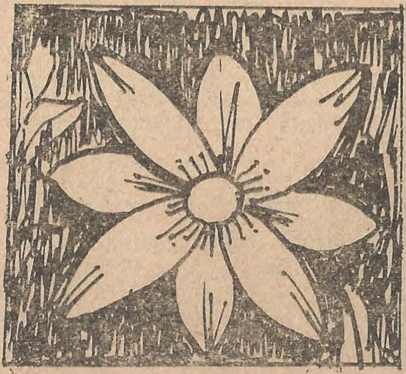
ചെറിയൊരു ബിന്ദുവിന്റെ വലിപ്പം മുതൽ ഒരു ഗ്യാലക്സി സമൂഹം വരെയുള്ള വലിപ്പങ്ങളെ നമുക്കൊന്നു പരിചയപ്പെടാം. ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ മാത്രം ഇതിനായി ചിത്രങ്ങളായി ചേർത്തിരിക്കുന്നതു ശ്രദ്ധിക്കുക. ചിത്രങ്ങളോടൊപ്പം ചേർത്തിട്ടുള്ള കുറിപ്പുകളും ശ്രദ്ധിച്ചു വായിക്കണം.

ചോദ്യം: വലിപ്പം പറയാൻ എന്തെല്ലാം യൂണിററുകളാണ് ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ളതെന്നു ശ്രദ്ധിക്കണം. ഇവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധമെന്തു്?



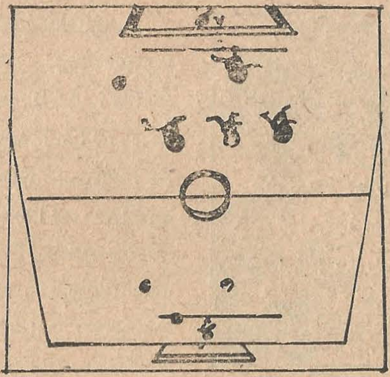
1 മി മീ = 0.1 സെമീ

വലിപ്പങ്ങളിലൂടെയും അങ്ങനെ സ്പേസ് അഥവാ ഇടത്തിലൂടെയും ഉള്ള യാത്ര നമുക്ക് ഒരു ചെറു ബിന്ദുവിൽനിന്നു് ആരംഭിക്കാം. ചതുരത്തിന്റെ മധ്യത്തിലായി കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു് 1 മി മീ വ്യാസമുള്ള ഒരു ചെറിയ ബിന്ദുവാണ്. [അളന്നു നോക്കൂ. അല്പം വലുതാക്കിയാണ് ബിന്ദു കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്.]



10 സെമീ = 100 മിമീ

ഈ ബിന്ദുവിന്റെ 100 മടങ്ങു വലിപ്പമുള്ള വശങ്ങളോടു കൂടിയ ഒരു സമചതുരമാണ് ഈ ചിത്രത്തിൽ. 10 സെമീ × 10 സെമീ എന്നു് ഈ ചതുരത്തിന്റെ വലിപ്പം പറയാം. 1 മി മീ × 1 മി മീ ചതുരത്തിന്റെ 10000 മടങ്ങാണ് ഈ ചതുരത്തിന്റെ വിസ്താരം. ഇതിലൊരു പൂവിനെ കൊള്ളിക്കാം.

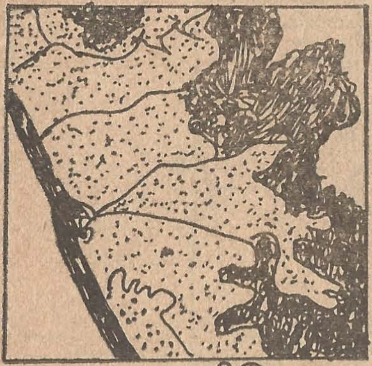


10 മീ = 1000 സെമീ

പൂവിനെ അടുത്തു കണ്ടതിനുശേഷം 10മീ × 10മീ വലിപ്പമുള്ള ഒരു സമചതുര സ്ഥലം മുഴുവൻ കാണാൻ പാകത്തിൽ നാം അകലെനിന്നു നോക്കിയാലോ? വോളിബോളും ബാഡ്മിന്റണും മററും കളിക്കുന്ന കോർട്ട് ഏറെക്കുറെ അതിൽ കൊള്ളും.

1 കിമീ = 1000 മീ

ചതുരത്തിന്റെ വശം 100 മടങ്ങു വർധിപ്പിച്ചു. ഇപ്പോഴിതു് 1 കി മീ × 1 കി മീ വലിപ്പമുള്ള സമചതുരമാണ്. ഭൂമിയിൽ ഇത്രയും ഭാഗം ഒരുമിച്ചു കാണണമെങ്കിൽ വിമാനത്തിലേറി കുറച്ചു് ഉയരത്തിലെത്തണം. എത്രയാണ് ഈ ചതുരത്തിന്റെ വിസ്തൃതി. ഏകദേശം 100 ഹെക്ടാർ. തിരുവനന്തപുരം നഗരത്തിന്റെ വിസ്തൃതിയുടെ ഏകദേശം ഒന്നേകാൽ ശതമാനം. നഗരത്തിലെ കുറെ മണിമന്ദിരങ്ങളും കളിസ്ഥലങ്ങളും ചേരിപ്രദേശവും മററും ഒരുമിച്ചു് കാണാനാവും.



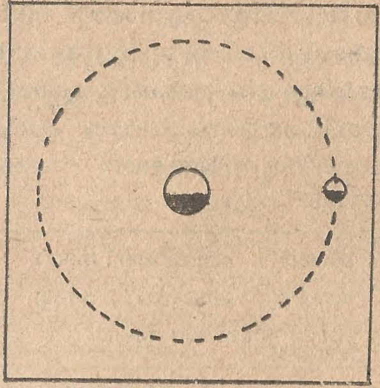
100.കിമി

ചതുരത്തിൻെറ വശം ഇനിയും നൂറുമടങ്ങു വർധിപ്പിച്ചാലോ. വീതി 100 കി മീ. കേരളത്തിന്റെ വീതി എത്രയാണ്? പലയിടത്തും പലതാണ്. ഏററവും കൂടിയ വീതി 200 കിലോമീററിനടുത്താണ്. 100 കി മീ ചതുരത്തിനുള്ളിൽ വീതി മുഴവൻ ഉൾപ്പെടുന്ന പ്രദേശങ്ങൾ ധാരാളമാണ്. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു് അത്തരമൊരു പ്രദേശമാണ്. മൊത്തം ഭൂമിയുടെ വിസ്തൃതിയുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ ഇതു് എത്ര നിസ്സാരം.

10000 കിമീ = 10000000മീ

10,000 കി മീ വശമുള്ള സമചതുരം ഭൂമിയോടു ചേർത്തു പിടിച്ചാൽ ഭൂമിയുടെ ഒട്ടുമിക്ക ഭാഗങ്ങളും അതിലൊതുങ്ങും. പക്ഷേ ഈ ചതുരത്തിൻെറ വിസ്താരമല്ല ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൻെറ വിസ്താരം.

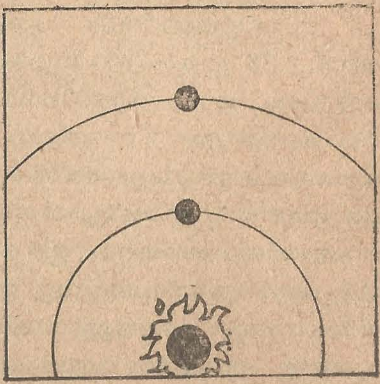
ചോദ്യം: ഭൂമിയുടെ വിസ്തീർണമെത്ര? ഇതിൽ കരയെത്ര? കടലെത്ര?



1000000 കിമീ = 10^9 മീ

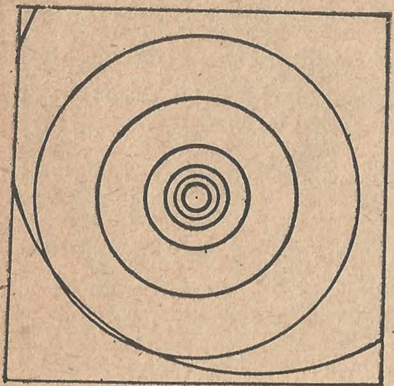
സമചതുരത്തിന്റെ വശം ഇനിയും നൂറുമടങ്ങു വർധിപ്പിച്ചാലോ. വലിപ്പം 10 ലക്ഷം കി മീ × 10 ലക്ഷം കി മീ ആവും. ഈ ചതുരത്തിന്റെ മധ്യത്തിലായി ഭൂമിയെ പ്രതിഷ്ഠിച്ചാൽ ചന്ദ്രനും ഇതിനുള്ളിൽത്തന്നെ വരും. ഏകദേശം മൂന്നു ലക്ഷത്തി എൺപത്തി അയ്യായിരം കിലോമീററാണ് ചന്ദ്രനിലേക്കുള്ള ദൂരം. അപ്പോൾ ചന്ദ്രന്റെ ഭ്രമണപഥത്തിന്റെ വ്യാസം ഏഴരലക്ഷം കിലോമീററിലധികമായില്ലേ? ചന്ദ്രനിൽ നിന്നു് പ്രകാശം ഭൂമിയിലെത്താൻ ഒരു സെക്കൻഡിലധികം വേണം.

സമചതുരത്തിന്റെ വശം വീണ്ടും നൂറു മടങ്ങു വർധിപ്പിക്കാം. ഇപ്പോൾ വലിപ്പം 10 കോടി കി മീ × 10 കോടി കി മീ. ഭൂമിയിൽ നിന്നു സൂര്യനിലേക്കുള്ള ദൂരം 15 കോടി കി മീ ആണ്. അപ്പോൾ സൂര്യനേയും ഭൂമിയേയും കൂടി ഒരുമിച്ച് ഈ ചതുരത്തിൽ ഉൾക്കൊള്ളിക്കാനാവില്ല. സൂര്യനേയും ബുധനേയും ശുക്രനേയും ഈ ചതുരത്തിലുൾപ്പെടുത്തി കാണിക്കാം.



10^{11} മീ = 5 പ്രകാശ മിനിററ്

സമചതുരത്തിനെ വീണ്ടും നൂറുമടങ്ങു വലുതാക്കിയാലോ. 1000 കോടി കി മീ വശമുള്ള സമചതുരത്തിന്റെ മധ്യത്തിലായി സൂര്യനെ പ്രതിഷ്ഠിച്ചാൽ സാധാരണഗതിയിൽ സൗരയൂഥം പൂർണമായും ഇതിലുൾക്കൊള്ളിക്കാനാവില്ല. കാരണം സൂര്യ



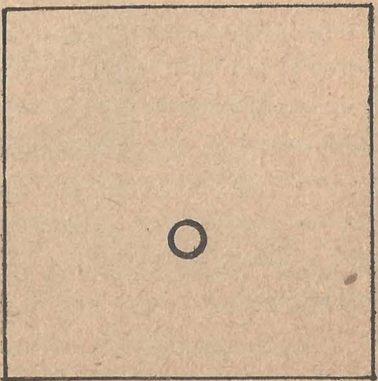
10^{13} മീ = 8 പ്രകാശ മണിക്കൂർ

നിൽ നിന്നു് ഏതാണ്ടു് 600 കോടി കി മീ ആണു് പ്ലൂട്ടോയിലേക്കുള്ള ദൂരം. പക്ഷേ ഇപ്പോൾ, ഇനി ഏതാനും വർഷം കൂടി, നെപ്ട്യൂണിനെക്കാൾ അടുത്താണു് പ്ലൂട്ടോ.

> ചോദ്യം: എന്താണീ മാററത്തിനു കാരണം? എത്ര നാൾ ഇങ്ങനെ തുടരും?

ചിത്രത്തിൽ ബുധന്റേയും, ശുക്രന്റേയും, ഭൂമിയുടേയും ഭ്രമണപഥങ്ങൾ കാണിച്ചിട്ടില്ല. അവ വളരെ ചെറുതാണു്. അതേ സമയം പ്ലൂട്ടോയുടെ ഭ്രമണപഥത്തിലെ ഒരു ഭാഗം മാത്രമാണു് കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു്.

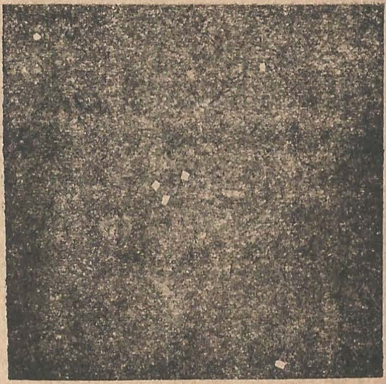
സമചതുരത്തിന്റെ വശം വീണ്ടും നൂറുമടങ്ങു വലുതാക്കിയാൽ....38 പ്രകാശ ദിവസമാണു് ഇപ്പോൾ ഈ സമചതുരത്തിന്റെ വശം. ഈ ചതുരത്തിന്റെ മധ്യത്തിലെ ഒരു കൊച്ചു ബിന്ദു പോലെയാവുന്നു സൗരയൂഥം. സൗരയൂഥത്തെ ചതുരത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ പ്രതിഷ്ഠിച്ചാൽ ആകാശത്തിലെ മറെറാന്നും ഈ വലിപ്പത്തിനുള്ളിൽ വരുന്നില്ല. ഇതിലുമൊക്കെ ദൂരെയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ പശ്ചാത്തലമായി കാണാനാവുമെന്നു മാത്രം.



10^{15} മീ = 38 പ്രകാശ ദിവസം

സൗരയൂഥത്തിൽനിന്നു് ഇനിയും വളരെ അകലെപ്പോയി നിരീക്ഷിച്ചാൽ....പത്തു പ്രകാശ വർഷം വശമുള്ള ഒരു സമചതുരത്തിനുള്ളിൽ സൂര്യനുൾപ്പെടെ

ഏതാനും ചില നക്ഷത്രങ്ങളെ മാത്രം കാണാം. സൂര്യനോട്, അതുകൊണ്ടു് ഭൂമിയോടും, ഏററവും അടുത്തു കിടക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളാണ് ഇവ. പ്രോക്സിമാസെന്റൗറി, ആൽഫാ സെന്റൗറി, ബർണാഡ് നക്ഷത്രം, വോൾഫ് 359, ലലാൻഡെ 21185 എന്നിവയാണ് സൂര്യനെക്കൂടാതെ ഈ ചതുരത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ. നക്ഷത്രങ്ങൾ കോടിക്കണക്കിനുണ്ടു്. എല്ലാററിനും പേരിടാനാവുമോ? അതുകൊണ്ട് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനവും മററു പ്രത്യേകതകളും കണക്കിലെടുത്തു് കാററലോഗുകളുണ്ടാക്കുന്നു. പുസ്തകങ്ങളുടെ കാററലോഗിൽ അവയ്ക്കു നമ്പരിടുന്നതുപോലെ, നക്ഷത്രക്കാററലോഗിൽ നക്ഷത്രങ്ങൾക്കു നമ്പരിടുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കാററലോഗുകളിൽ കൊടുക്കുന്ന നമ്പരാണ് മുകളിൽ കൊടുത്ത 359 എന്നതും 21185 എന്നതും. കോടിക്കണക്കിനുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾക്കെല്ലാം പേരിടാനാവില്ലല്ലോ.



10^{17} മീ = 10 പ്രകാശവർഷം

ഇനിയും നൂറുമടങ്ങു ദൂരേക്കു മാറിനിന്നു നോക്കിയാൽ....ഇപ്പോൾ സമചതുരത്തിന്റെ വശം 1000 പ്രകാശവർഷമാണ്. ഇതിനുള്ളിൽ നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയായ ആകാശഗംഗയുടെ ഒരു ഭാഗം മാത്രം കൊള്ളുന്നു. ഗ്യാലക്സിയിൽ നക്ഷത്രങ്ങളും, നക്ഷത്രങ്ങളോടൊപ്പമുള്ള ഗ്രഹങ്ങളും മററും മാത്രമല്ല, പ്രകാശം കടന്നുപോകാത്ത പൊടിപടല സമൂഹങ്ങളുമുണ്ടു്. ഇവയ്ക്കു് നെബുള എന്നാണു പേരു്. മനുഷ്യന്റെ

10^{19} മീ = 10^{3} പ്രകാശവർഷം

കണ്ണുകൊണ്ട് 1000 പ്രകാശവർഷങ്ങൾക്കപ്പുറത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണാനാവില്ല.

ചോദ്യം: ഓരോ ചിത്രത്തിലും കാണിച്ചിട്ടുള്ള വസ്തുവിന്റെ വലിപ്പത്തിലുള്ള മററു ചില വസ്തുക്കളുടെ പേരുകൾ പറയാമോ?

ഇനിയും നൂറുമടങ്ങു ദൂരേക്കു മാറിനോക്കിയാൽ.... 100000 പ്രകാശവർഷമാണ് ഇപ്പോൾ ഈ സമചതുരത്തിന്റെ വലിപ്പം. ഈ സമചതുരത്തിനുള്ളിൽ ഏറെക്കുറെ കൃത്യമായി കൊള്ളുന്നതാണ് നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയുടെ വലിപ്പം. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത് നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയല്ല. നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയുടെ ഫോട്ടോ ഇതുവരെ ആർക്കും എടുക്കാൻ സാധിച്ചിട്ടില്ല.

10^{21} മീ = 10^5 പ്രകാശവർഷം

ചോദ്യം: എന്തുകൊണ്ടാണ് നമുക്കിതുവരെ നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയുടെ ഫോട്ടോ എടുക്കാൻ സാധിക്കാത്തത്?

നാം ഇനിയും നൂറു മടങ്ങു ദൂരേക്കു നീങ്ങിനിന്നു നിരീക്ഷിച്ചാൽ.... കാഴ്ചയിൽ വരുന്ന സമചതുരത്തിന്റെ വശം 10000000 പ്രകാശവർഷമാണ്. ഇതിനുള്ളിൽ ഒരു ഗ്യാലക്സിയല്ല, ഏതാനും ഗ്യാലക്സികൾ തന്നെ കൊള്ളുന്നു. നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയും അയൽ ഗ്യാലക്സികളും ചേർന്ന ഒരു കൂട്ടമുണ്ട്. ഇങ്ങനെ കൂട്ടമായാണ് ഗ്യാലക്സികൾ കിടക്കുന്നത്. നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയുൾപ്പെടുന്ന കൂട്ടത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗമാണ് അടുത്ത ചിത്രത്തിലുള്ളത്.

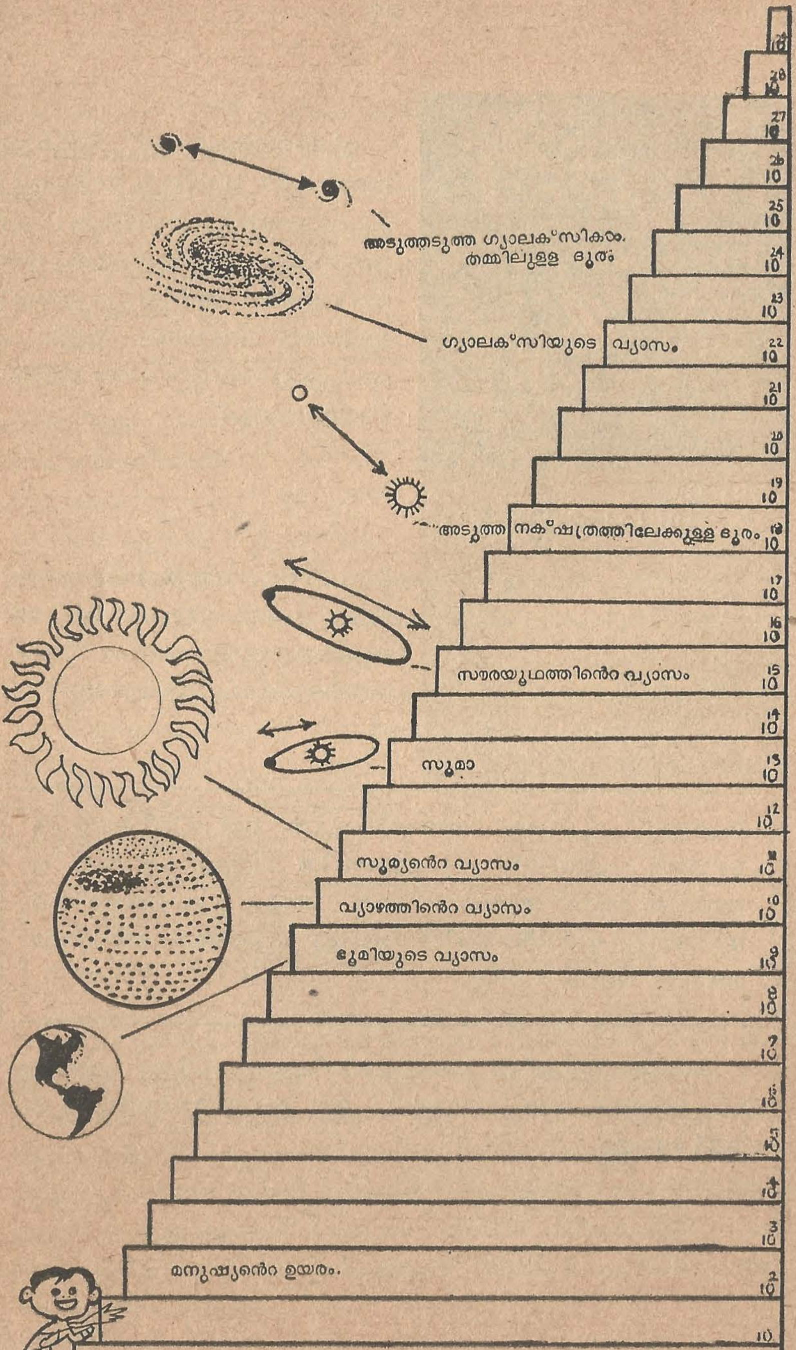
10^{23} മീ =
10^{7} പ്രകാശവർഷം

ഇങ്ങനെയങ്ങോട്ട് സമചതുരത്തിൻെറ വലിപ്പം വർധിപ്പിച്ചു പോയാൽ....നൂറുകോടി പ്രകാശവർഷം വശമുള്ള സമചതുരത്തിനുള്ളിൽ ഏതാനും ഗ്യാലക്സിക്കൂട്ടങ്ങൾ കാണാവും. ഇതുപോലെ എത്ര വലിപ്പം വരെ നമുക്ക് പറയാനാവും?

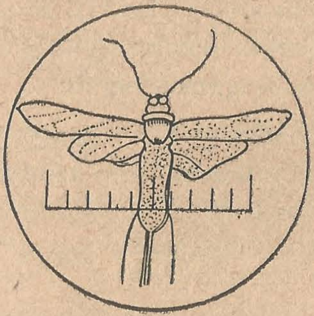
നമ്മുടെ സമചതുരത്തിൻെറ വലിപ്പം എത്ര വേണമെങ്കിലും വർധിപ്പിക്കാം. അതിലെങ്ങും പ്രപഞ്ചം മുഴുവനുംകൂടി ഒതുങ്ങില്ല. കാരണം, പ്രപഞ്ചം അത്രയേറെ വലുതാണ്. നമുക്ക് ഊഹിക്കാൻപോലും സാധിക്കുന്നതിനെക്കാൾ വലുതാണ് പ്രപഞ്ചം. പ്രപഞ്ചം അനന്തമാണ്.

ചോദ്യം: പ്രപഞ്ചം അനന്തമല്ലെന്നു് ഒരു നിമിഷം സങ്കല്പിക്കുക. എന്നിട്ട്, പ്രപഞ്ചത്തിനു പുറത്തു് എന്താവും ഉണ്ടാവുക എന്നു് ആലോചിക്കുക. അതും പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഭാഗമല്ലെ? ഈ രീതിയിൽ വാദിച്ചു് പ്രപഞ്ചം അനന്തമാണെന്നു് സ്ഥാപിക്കുക.

അടുത്ത പേജിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രം ശ്രദ്ധിക്കൂ. വലിപ്പങ്ങളുടെ ഒരു ഗോവണി. ഈ ഗോവണിയിലൂടെ ഒന്നു കയറി നോക്കൂ.



അടുത്തടുത്ത ഗ്യാലക്സികൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം
ഗ്യാലക്സിയുടെ വ്യാസം
അടുത്ത നക്ഷത്രത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം
സൗരയൂഥത്തിന്റെ വ്യാസം
സൂമാ
സൂര്യന്റെ വ്യാസം
വ്യാഴത്തിന്റെ വ്യാസം
ഭൂമിയുടെ വ്യാസം
മനുഷ്യന്റെ ഉയരം.
10^{28}
10^{27}
10^{26}
10^{25}
10^{24}
10^{23}
10^{22}
10^{21}
10^{20}
10^{19}
10^{18}
10^{17}
10^{16}
10^{15}
10^{14}
10^{13}
10^{12}
10^{11}
10^{10}
10^{9}
10^{8}
10^{7}
10^{6}
10^{5}
10^{4}
10^{3}
10^{2}
10
1



5. ചെറുപ്പത്തിൻെറ വലിപ്പം

3478 കിലോമീററാണ് ചന്ദ്രൻെറ വ്യാസം.

12714 കിലോമീററാണ് ഭൂമിയുടെ ഏററവും കുറഞ്ഞ വ്യാസം.

13 ലക്ഷം കിലോമീററാണ് സൂര്യൻെറ വ്യാസം.

സൂര്യനിൽനിന്നു് ഗ്രഹങ്ങളിലേക്കുള്ള ദൂരം കിലോമീററിൽ പറയുന്നതു് അസൗകര്യമാണ്. അവ അത്ര വല്യതാണ്. അതു കൊണ്ട്, സൂമാ (സൂര്യമാത്ര) എന്ന തോതിലാണ് ആ ദൂരങ്ങരം പറയുന്നതു്. സൂര്യനിൽനിന്നു് ഭൂമിയിലേക്കുള്ള ശരാശരി ദൂരമാണ് 1 സൂമാ.

ചോദ്യം: എത്ര കിലോമീററാണ് 1 സൂമാ?

മററു നക്ഷത്രങ്ങളിലേക്കുള്ള ദൂരം പറയാൻ ഇതും പോരാ. ഇതിലും വളരെ വലിയ യൂണിററായ പ്രകാശവർഷമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

ഗ്യാലക്സികളുടെ വലിപ്പം പറയാനും പ്രകാശവർഷം തന്നെയാണ് ആവശ്യം. ഉദാഹരണത്തിനു്, നമ്മുടെ ഗ്യാല

ക്സിയായ ആകാശഗംഗയുടെ വ്യാസം 1 ലക്ഷം പ്രകാശവർഷമാണ്.

കിലോമീററിലും സൂമായിലും പ്രകാശവർഷത്തിലും മററും വലിപ്പവും ദൂരവുമെല്ലാം പറയുന്ന ഇത്തരം ഭാഗങ്ങളെ എല്ലാം ചേർത്ത് പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ സ്ഥൂലരൂപം എന്നു പറയുന്നു.

ഭൂമിയും ചന്ദ്രനും സൂര്യനും മററ് ഗ്രഹങ്ങളും മററ് ഉപഗ്രഹങ്ങളും ഗ്യാലക്സികളും എല്ലാം സ്ഥൂല പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഭാഗങ്ങളാണ്. പക്ഷേ പ്രപഞ്ചത്തിന് സ്ഥൂലരൂപം മാത്രമാണോ ഉള്ളതു്? പ്രപഞ്ചത്തിന് സ്ഥൂലഭാവം മാത്രമാണോ ഉള്ളതു്? അല്ല.

ബിന്ദുക്കൾ ചേർന്നതല്ലേ വര?

ചോദ്യം: 10 സെൻറീമീററർ നീളമുള്ള ഒരു രേഖയിൽ എത്ര ബിന്ദുക്കളാവാം?

കോടിക്കണക്കിനു ജലകണങ്ങൾ ചേർന്നതല്ലേ കടൽ? അതുപോലെ ചെറിയ ചെറിയ ഭാഗങ്ങൾ ചേർന്നാണ് ഏതു വലിയ രൂപവും ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതു്.

വളരെ വളരെ ചെറിയ ഭാഗങ്ങളെ നമുക്ക് സൂക്ഷ്മഭാഗങ്ങൾ എന്നു പറയാം.

പ്രപഞ്ചത്തിൽ എന്തെല്ലാം തരത്തിലുള്ള സൂക്ഷ്മകണങ്ങളുണ്ട്. ജീവനുള്ളവയുണ്ട്, ജീവനില്ലാത്തവയുണ്ട്. അവയെല്ലാം ചേർത്തു് സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചം എന്നു പറയാം.

സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചത്തിലെ വലിപ്പങ്ങളുമായി നമുക്കൊന്നു പരിചയപ്പെടാം.

ഒരു മില്ലീമീററർ മാത്രം വലിപ്പമുള്ള ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്നു തുടങ്ങിയാണല്ലോ നാം വലിയ വലിയ വലിപ്പങ്ങളിലേക്ക നീങ്ങിയതു്. അതുപോലെ 1 മില്ലീമീറററിൽ നിന്നുതന്നെ നമുക്ക് സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചത്തിലേക്കുള്ള യാത്രയും ആരംഭിക്കാം.

ഒരു മില്ലീമീററിൻെറ ചെറിയൊരംശം വരെ കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാമെന്നു് 'വലിപ്പത്തിൻെറ വലിപ്പം' വിശദീകരിച്ചപ്പോൾ പറഞ്ഞല്ലോ. മില്ലീമീററിൻെറ എത്ര ചെറിയ അംശം വരെ കാണാനാവും?

കണ്ണുകൊണ്ടു നേരിട്ടു കാണാവുന്ന ഏററവും ചെറിയ വലിപ്പം എല്ലാവർക്കും ഒരുപോലെയാവില്ലല്ലോ. കണ്ണിനു് കുഴപ്പമൊന്നുമില്ലെങ്കിൽ 0.1 മില്ലീമീററർ വലിപ്പം നന്നായി കാണാനാവും. മനുഷ്യൻെറ അണ്ഡാണു (ഓവ്യം) വിൻെറ വലിപ്പം ഇതാണു്. ഇത്രയും ചെറിയ വലിപ്പങ്ങൾ പറയുവാൻ നമുക്കു് മൈക്രോൺ എന്ന യൂണിററ് ഉപയോഗിക്കാം.

ഒരു മൈക്രോമീറററാണു് ഒരു മൈക്രോൺ. ഒരു മീററിൻെറ പത്തുലക്ഷത്തിലൊരു ഭാഗമാണു് ഇതു്. അഥവാ 10 ലക്ഷം മൈക്രോൺ ചേർന്നാൽ ഒരു മീററർ.

> ചോദ്യം: എത്ര മൈക്രോൺ ചേർന്നാൽ
> ഒരു മില്ലീമീറററാകും?

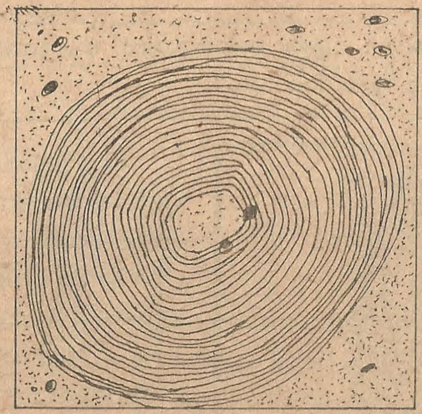
100 മൈക്രോൺ

പ്രോട്ടോസോവ ഇനത്തിൽ പെടുന്ന അതിസൂക്ഷ്മ ജീവിയായ പരമീസിയത്തിൻെറ വലിപ്പവും ഏകദേശം 100 മൈക്രോൺ ആണു്. ഇതിനെ 500 മടങ്ങു വലുതാക്കിയാണു് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്.

മനുഷ്യശരീരത്തിലെ ഒരു ശരാശരി കോശത്തിനു് ഇതിന്റെ പത്തിലൊന്നു വലിപ്പം വരും. ഏകദേശം 10 മൈക്രോൺ വ്യാസം. സൂക്ഷ്മദർശിയിലൂടെയല്ലാതെ കോശം കാണാനാവില്ല.

ഇതിലും വലിപ്പം കുറഞ്ഞതാണു് ചുവന്ന രക്താണു. കൂടിയ വ്യാസം 7 മൈക്രോൺ മാത്രം.

ദണ്ഡാകൃതിയിലുള്ള ബാക്'ററീരിയത്തിൻെറ ശരാശരി നീളം 2 മൈക്രോൺ വരും. കോക്കസ് എന്ന പൊതുവായ പേരുള്ളവയാണ് സ്വതന്ത്രമായി ജീവിക്കാനാവുന്ന ഏററവും ചെറിയ ബാക്ടീരിയങ്ങരം. ഇവയ്ക്കു് ഗോളാകൃതിയാണു്. 0.4 മൈക്രോൺ വ്യാസമുണ്ടാവാം ഇവയ്ക്കു്. ഇവയെ കാണാൻ സാധാരണ സൂക്ഷ്മദർശികരം മതിയാവില്ല. തെററിദ്ധരിക്കരുതേ: എല്ലാ ബാക്ടീരിയങ്ങളും ഇത്ര ചെറുതല്ല; 1 മിമീ വലിപ്പമുള്ള ബാക്ടീരിയങ്ങരം പോലുമുണ്ടു്. ഏകദേശം 1 മൈക്രോൺ മാത്രം വലിപ്പമുള്ള ഒരുതരം പച്ച ആൽഗയാണ് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഓരോന്നും ഓരോ കോശം മാത്രം; 50000 മടങ്ങു വലുതാക്കിയാണ് ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്.


1 മൈക്രോൺ

സ്വതന്ത്രമായ ജീവിതത്തിനു് ആവശ്യമായ ചയാപചയ പ്രക്രിയകരം സാധ്യമാകുന്ന ഏററവും കുറഞ്ഞ വലിപ്പമാണ് കോക്കസ് ബാക്ടീരിയങ്ങളുടേതു്.

ചോദ്യം: ചയാപചയ പ്രക്രിയകരം എന്നാൽ എന്തു്?

പക്ഷേ ജീവി എന്ന പേരിനു് അർഹത നേടാൻ ഈ വലിപ്പം വേണമെന്നില്ല. ജീവിയാവാൻ എല്ലാ ചയാപചയക്രിയകളും സ്വയം ചെയ്യണമെന്നില്ലല്ലോ. കോക്കസ് ബാക്ടീരിയങ്ങളെക്കാരം വലിപ്പം കുറഞ്ഞ ജീവികളെല്ലാം പരാദങ്ങളാണു്. ഇവയ്ക്കു വളരുവാൻ മററു ജീവികളുടെ കോശങ്ങരം വേണം.

ചോദ്യം: പരാദങ്ങരം എന്നാൽ എന്തു്?

ഏററവും ചെറിയ ജീവികരം വൈറസ്സുകളാണ്. മഞ്ഞപ്പനിക്കു കാരണമായ വൈറസ്സിൻെറ വലിപ്പം ഒരു മൈക്രോണിൻെറ അമ്പതിലൊരംശം മാത്രമാണ്. ഇതിലും വളരെ വലിപ്പം കുറഞ്ഞവയാണ് വൈറസ്സുകളിൽ ഏറിയ പങ്കും. ഇവയെ പ്രകാശകീയ സൂക്ഷ്മദർശികളുപയോഗിച്ചുപോലും കാണാനാവില്ല.

അങ്ങനെ, ജീവലോകത്തിലൂടെ നാം വന്നെത്തിയ ഏററവും കുറഞ്ഞ വലിപ്പം എത്രയാണ്? ഒരു മൈക്രോണിൻെറ ചെറിയൊരംശം. ഇത്തരം അതിസൂക്ഷ്മ വലിപ്പങ്ങരം പറയുവാൻ മൈക്രോണിലും ചെറിയ യൂണിററുപയോഗിക്കുന്നതല്ലേ സൗകര്യം? അത്തരം രണ്ടു യൂണിററുകളെക്കുറിച്ചു് നാം പഠിച്ചല്ലോ. ഏതൊക്കെയാണ് അവ?

ഒന്ന്: നാനോമീററർ അഥവാ നാമീ.

രണ്ടു്: ആങ്സ്ട്രം അഥവാ ആങ്.

1000 നാമീ ചേർന്നാലാണ് ഒരു മൈക്രോൺ ആവുക. ആങ്സ്ട്രത്തിൻെറ തോതിൽ പറഞ്ഞാൽ 10000 ആങ്സ്ട്രം ചേർന്നതാണ് ഒരു മൈക്രോൺ.

വീണ്ടും നമുക്കു് വൈറസ്സുകളിലേക്കു വരാം. വൈറസ്സുകരം ജീവിവർഗത്തിൽ ഉരംപ്പെടുന്നില്ലെന്നു് പറയാം. ജീവകോശങ്ങളിൽ കഴിയുമ്പോരം അവയ്ക്കു ജീവനുണ്ടു്; ജീവകോശങ്ങരംക്കു പുറത്താകിൽ അവയ്ക്കു ജീവനില്ല. വല്ലാത്തൊരു സൃഷ്ടിതന്നെ, അല്ലേ? ജീവകോശത്തിനു പുറത്തു് വൈറസ്സിനു് 9 നാമീയോളമേ വലിപ്പമുള്ളു. 1 മൈക്രോണിൻെറ നൂറിലൊന്നിലും കുറവ്. അപൂർവം ചില വൈറസ്സുകരം താരതമ്യേന വലിയവയായുമുണ്ടു്; ബാക്ടീരിയങ്ങളെക്കാരം വലുതുമുണ്ടു്.

വൈറസ്സിനെക്കാരം ചെറുതായി പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഒന്നു മില്ലേ?

ഉണ്ടല്ലോ.

വൈറസ്സുകരംതന്നെ വളരെ വലിയ ഒററത്തന്മാത്രകളാണ്. ഒരേ ഒരു തന്മാത്രയുള്ള ജീവിയേതെന്നു ചോദിച്ചാൽ വൈറസ്സ് എന്ന് ഉത്തരം പറയാം.

വേറൊരു തരത്തിലും ചോദിക്കാം. ഒരു തന്മാത്രയ്ക്കു് ജീവനുണ്ടോ? ഉണ്ടാവാം. ഉദാഹരണം—വൈറസ്സ്.

ജീവനുള്ള തന്മാത്രയായ വൈറസ്സിൽനിന്നു് ജീവനില്ലാത്ത ചെറിയ തന്മാത്രകളിലേക്കു് നീങ്ങാം. തന്മാത്രകരംക്കു് പല വലിപ്പമാകാം. പല രൂപമാകാം. ഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തിൻെറ തന്മാത്ര വളരെച്ചെറുതാണ്. രണ്ടു ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കളാണ് അതിലുള്ളതു്. ജലതന്മാത്രകളാവട്ടെ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകളെക്കാരം വളരെ വലുതാണ്. ഒരു ജലതന്മാത്രയിൽ രണ്ടു ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കളും ഒരു ഓക്സിജൻ അണുവുമാണല്ലോ ഉള്ളതു്. ഏതാണ്ടൊരു സമപാർശ്വ ത്രികോണത്തിൻെറ ആകൃതിയാണ് ജലതന്മാത്രയുടേതു്. സമഭുജങ്ങരം തമ്മിലുള്ള കോണം ഏകദേശം 105°. കാർബൺഡയോക്സൈഡിൻെറ തന്മാത്രയാണെങ്കിൽ നീളത്തിലാണ്. കാർബൺ അണു മധ്യത്തിൽ. അതിൽനിന്നു് തുല്യ അകലത്തിൽ ഇരുവശവുമായി രണ്ട് ഓക്സിജൻ അണുക്കരം. അങ്ങനെ തന്മാത്രയിലെ അണുക്കളുടെ എണ്ണത്തിലും തന്മാത്രയുടെ വലിപ്പത്തിലും അതിൻെറ ആകൃതിയിലും എന്തെന്തു വൈവിധ്യങ്ങരം!

ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രയുടെ കാര്യത്തിലെന്നപോലെ ചില തന്മാത്രകരംക്ക് വളരെ ലളിതരൂപം; വലിപ്പവും കുറവ്. പക്ഷേ ചില തന്മാത്രകരം വളരെ വളരെ സങ്കീർണവും വളരെ വലുതുമാണ്. ഉദാഹരണത്തിനു് പഞ്ചസാരയുടെ ഒരു തന്മാത്രയിൽ 12 കാർബൺ അണുക്കളും 22 ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കളും 11 ഓക്സിജൻ അണുക്കളുമുണ്ടു്. ശ്വാസകോശത്തിൽ വച്ച് ഓക്സിജൻ സ്വീകരിച്ച് അതു് ശരീരകലകളിലെത്തിക്കുന്ന രക്തത്തിലെ ഹീമോഗ്ലോബിനെക്കുറിച്ചു കേട്ടിട്ടില്ലേ. ആയിരക്കണക്കിനു്

അണുക്കളാണ് ഹീമോഗ്ലോബിൻെറ ഓരോ തന്മാത്രയിലു മുള്ളതു്.

തന്മാത്രകളുടെ ലോകത്തിൽ നിന്നു് അണുക്കളുടെ ലോക ത്തേക്കു വന്നാലോ. അണുക്കൾ ചേർന്നല്ലേ തന്മാത്രകളുണ്ടാവു ന്നതു്. നിശ്ചയമായും തന്മാത്രകളെക്കാൾ വളരെ വലിപ്പം കുറ ഞ്ഞവയാണ് അണുക്കൾ. ഒരു ഹൈഡ്രജൻ അണുവിൻെറ വ ലിപ്പം (വ്യാസം) ഏകദേശം ഒരു ആങ്സ്ട്രം വരും. ഹൈഡ്ര ജൻ അണുവിനെക്കാൾ വലിയവയാണ് മറെറല്ലാ അണുക്കളും.

ഹൈഡ്രജൻ അണുവിൽ എന്താണുള്ളതു്? ഒരു പ്രോട്ടോൺ മാത്രമുള്ള അണുകേന്ദ്രം. അതിനെ ചുററിക്കറങ്ങുന്ന ഒരു ഇല ക്ട്രോൺ.

ചോദ്യം: ഒരു മൂലകത്തിൻെറ അണുവും മറെറാരു മൂലക ത്തിൻെറ അണുവും തമ്മിലുള്ള ഏററവും പ്രധാന വ്യത്യാ സമെന്തു്? നിങ്ങൾക്കറിയാവുന്ന മററു വ്യത്യാസങ്ങളും എഴുതുക.

ഹീലിയവും ലിഥിയവും കാർബണും ഓക്സിജനും പോ ലെയുള്ള മററു് അണുക്കളാണെങ്കിലോ? അവയുടെ അണുകേന്ദ്ര ത്തിൽ പ്രോട്ടോണുകളെക്കൂടാതെ ന്യൂട്രോണുകളുമുണ്ടു്.

ഇലക്ട്രോൺ, ന്യൂട്രോൺ, പ്രോട്ടോൺ തുടങ്ങിയവയെ പറയുന്നതു് പ്രാഥമിക കണങ്ങൾ എന്നാണ്. പ്രാഥമിക കണ ങ്ങൾ ചേർന്നാണ് അണുക്കൾ ഉണ്ടാവുന്നതു്. അപ്പോൾ അണു ക്കളെക്കാൾ വലിപ്പം കുറഞ്ഞവയാണ് പ്രാഥമിക കണങ്ങൾ.

ചോദ്യം: പ്രാഥമിക കണങ്ങൾ എന്നാലെന്തു്? 10 പ്രാ മിക കണങ്ങളുടെ പേരെഴുതുക.

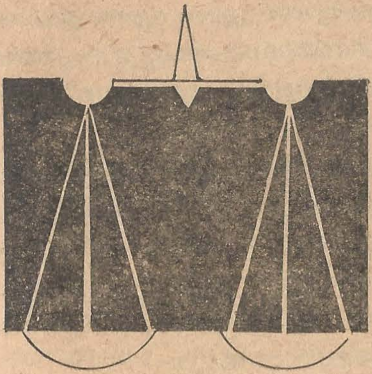
ഇലക്ട്രോണിൻെറയും പ്രോട്ടോണിൻെറയും ന്യൂട്രോണി ൻെറയും മററും വലിപ്പം കൃത്യമായി നിശ്ചയിക്കാനാവില്ല. വ ലിപ്പം അളക്കാൻ ആവശ്യമായ ഏററവും കുറഞ്ഞ സമയംകൊ

ണ്ടു തന്നെ അവയുടെ സ്ഥാനം മാറും. അപ്പോൾ പിന്നെ വലിപ്പം എങ്ങനെ കൃത്യമായി അളക്കാനാവും! എങ്കിലും ചില പരീക്ഷണഫലങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഏകദേശ വലിപ്പം പറയാനാവും.

പ്രോട്ടോണിൻെറയും ന്യൂട്രോണിൻെറയും മറ്റും വലിപ്പം ഏകദേശം 10^{-15} മീററാണെന്നു പറയാം. എന്നു പറഞ്ഞാൽ ഒരു നാമിയുടെ പത്തുലക്ഷത്തിലൊരംശം.

> ചോദ്യം: പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും ഇലക്ട്രോണും വളരെ വളരെ വളരെ ചെറുതാണ്. അവയെക്കാൾ എത്രയോ വലുതാണ് അണു! പക്ഷേ, ഈ പ്രാഥമിക കണങ്ങൾ ചേർന്നാണ് അണു ഉണ്ടാകുന്നതു്. അപ്പോൾ പിന്നെ വലിപ്പത്തിൽ ഇത്ര വലിയ അന്തരമുണ്ടാവാൻ കാരണമെന്ത്?

ഇലക്ട്രോണും പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും കൂടാതെ നൂറുകണക്കിനു പ്രാഥമിക കണങ്ങളുണ്ടു്. അവയിൽ ചിലതിനെല്ലാം പ്രോട്ടോണിനെക്കാൾ വലിപ്പം കൂടുതലാണ്. ചിലതിനു് വലിപ്പം കുറവാകാം. പ്രാഥമികകണങ്ങളുടെ വലിപ്പം കൃത്യമായി അളന്നു തിട്ടപ്പെടുത്താനാവില്ല. അവയ്ക്കു് കൃത്യവലിപ്പം ഉണ്ടെന്നു പറയുന്നതു തന്നെ, അബദ്ധമായേക്കാം.



6. ഭാരവും ജഡത്വവും ഗുരുത്വാകർഷണവും

സൂക്ഷ്മ പ്രപഞ്ചത്തിലെയും സ്ഥൂല പ്രപഞ്ചത്തിലെയും വലിപ്പച്ചെറുപ്പങ്ങളെക്കുറിച്ച് നാം വിസ്തരിച്ചു പഠിച്ചു. ഇലക്ട്രോൺ ഉൾപ്പെടെയുള്ള പ്രാഥമിക കണങ്ങളുടെ ചെറുപ്പത്തിന്റെ വലിപ്പവും ഗ്യാലക്സികളെപ്പോലെയുള്ള സ്ഥൂല രൂപങ്ങളുടെ വലിപ്പത്തിന്റെ വലിപ്പവും നാം ചർച്ച ചെയ്തു. പക്ഷേ അവിടെയൊന്നും നാം അവയുടെ തൂക്കത്തെക്കുറിച്ച് പറയുകയുണ്ടായില്ല. ഇനി നമുക്ക് തൂക്കത്തിന്റെ തോതിൽ സൂക്ഷ്മ—സ്ഥൂലപ്രപഞ്ചങ്ങളിലെ വൈവിധ്യങ്ങളെക്കുറിച്ചും കുറച്ചു മനസ്സിലാക്കാൻ ശ്രമിക്കാം.

തൂക്കം, ഭാരം, പിണ്ഡം, ദ്രവ്യമാനം, ഇങ്ങനെ നാലു പദങ്ങൾ പലപ്പോഴായി നിങ്ങൾ കേട്ടിരിക്കും. എന്താണ് ഇവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം?

തൂക്കം എന്നത്, കിലോഗ്രാമെന്നും ടൺ എന്നും മററും ഉള്ളതുപോലെ ഒരു അളവായി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്, ചില സ്ഥല

ങ്ങളിൽ; പ്രധാനമായും വിറകു തൂക്കുമ്പോഴ്. പക്ഷേ, പൊതു വെ തൂക്കം എന്ന വാക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ആ അർത്ഥത്തി ലല്ല. ഭാരം എന്നതിനു പകരമായിട്ടാണ് തൂക്കം എന്നു് ഉപയോ ഗിക്കാറ്. അപ്പോഴ് തൂക്കം തന്നെയാണ് ഭാരം. ഭാരം തന്നെ യാണ് തൂക്കം. ഭാരം, ഇംഗ്ലീഷിൽ weight, എന്നതാണ് ശാസ്ത്ര ഭാഷ,

പിണ്ഡവും ദ്രവ്യമാനവും ഒന്നുതന്നെയാണു്. ഇംഗ്ലീഷിൽ mass. ഒരു വസ്തുവിൻെറ ദ്രവ്യമാനം സൂചിപ്പിക്കുന്നതു്, ആ വസ്തുവിൽ എത്ര ദ്രവ്യം ഉണ്ട് എന്നാണു് എന്നു് പൊതുവെ പറ യാം. ദ്രവ്യത്തിൻെറ മാനം (അളവ്) — ദ്രവ്യമാനം. പിണ്ഡം എന്നും പറയാറുണ്ട്. ദ്രവ്യമാനം എന്ന പ്രയോഗം തന്നെയാ ണു് നന്ന്. വാക്കിൽത്തന്നെ അർത്ഥവുമുണ്ടല്ലോ.

ഇനി നമുക്ക്, എന്താണു് ദ്രവ്യമാനം, എന്താണു് ഭാരം എ ന്നീ രണ്ടു കാര്യങ്ങഴ് മനസ്സിലാക്കണം.

ദ്രവ്യത്തിൻെറ അളവാണു് ദ്രവ്യമാനം എന്നു പറഞ്ഞതു കൊണ്ടു് ആയില്ല. അതു് ദ്രവ്യത്തിനെ സംബന്ധിച്ച എന്തു ഗുണമാണു കാണിക്കുന്നതു് എന്നും അറിയണം.

ദ്രവ്യത്തിനു് വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ടു് അടിസ്ഥാന ഗുണ ങ്ങളുണ്ട്. ഒന്ന്— ജഡത്വം (inertia). രണ്ടു്— ഗുരുത്വാകർഷണം (gravitation). ഈ രണ്ടു് ഗുണങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നമുക്ക് ദ്രവ്യമാനം എന്തെന്നു് പഠിക്കാം.

ദ്രവ്യമാണു് എല്ലാം. ഇലക്ട്രോണും ന്യൂട്രോണും പ്രോട്ടോ ണും ദ്രവ്യമാണു്. അണുവും തന്മാത്രയും ദ്രവ്യമാണു്. പദാർത്ഥ ങ്ങളെല്ലാം ദ്രവ്യമാണു്. ഖരവും ദ്രാവകവും വാതകവും പ്ലാസ്മയും ഊർജവും ദ്രവ്യത്തിൻെറ അവസ്ഥകളാണു്. ഭൂമിയും ചന്ദ്രനും സൂര്യനും ദ്രവ്യരൂപങ്ങളാണു്. എല്ലാമെല്ലാം ദ്രവ്യം. പ്രപഞ്ച മാകെ ദ്രവ്യം. അപ്പോഴ് ദ്രവ്യത്തിൻെറ അടിസ്ഥാന ഗുണങ്ങ ളായ ജഡത്വവും ഗുരുത്വാകർഷണവും എന്താണെന്നു് അല്പം വി ശദമായി മനസ്സിലാക്കണമല്ലോ.

നിങ്ങഴ് സ്വയം എന്തെങ്കിലും ജോലിചെയ്യാറുണ്ടോ? പഠി ക്കണമെങ്കിൽപോലും അമ്മ നാലു പ്രാവശ്യം പറയണം. അങ്ങ

നെ അല്ലേ? എന്താ കാര്യം? മടി, അലസത. നില്ക്കാൻ ഇടം കിട്ടിയാൽ ഉടൻ ഇരിക്കണമെന്നു തോന്നും. അതും അലസതയുടെ മറെറാരു വേഷം. ഇനി, സ്വയം എന്തെങ്കിലും ചെയ്യുന്നു എന്നു കരുതൂ. സ്കൂളിൽ ചെല്ലുമ്പോൾ ബഞ്ചിലാകെ ചെളി. അതു തുടച്ചു വൃത്തിയാക്കിയിട്ട് ഇരിക്കില്ലേ. ആരെങ്കിലും ആവശ്യപ്പെടണോ, ബഞ്ചു തുടച്ചു വൃത്തിയാക്കിയിട്ട് ഇരിക്കാൻ. പക്ഷേ അങ്ങനെ ചെയ്യാൻ ഒരു പ്രേരണ ഉണ്ടാവണം. അങ്ങനെ ചെയ്തില്ലെങ്കിൽ ഉടുപ്പിൽ ചെളിയാകുമല്ലോ എന്ന തോന്നലിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന പ്രേരണ. ഇതു് മാനസികമായ പ്രേരണ. ഏറെക്കുറെ ഈ അവസ്ഥയോട്—പ്രേരണയില്ലാതെ ഒന്നും ചെയ്യാറില്ലെന്ന അവസ്ഥയോട്—താരതമ്യപ്പെടുത്താവുന്ന ഒരു ഗുണമാണ് ജഡത്വം. എല്ലാ ദ്രവ്യത്തിനും ഏററിയും കുറഞ്ഞുമുള്ള ഗുണമാണ് അതു്. അപ്പപ്പോൾ ഉള്ള സ്ഥിതിയിൽ നിന്നു് മാറാനുള്ള മടി (അലസത) കാണിക്കുന്ന ഗുണമാണ് അതു്. ചലിക്കാതെ ഇരിക്കുമ്പോൾ ചലിക്കാൻ മടി. ചലിക്കണമെങ്കിൽ ബാഹ്യമായ പ്രേരണ വേണം. ഇവിടെ പ്രേരണ വെറും തോന്നലോ പറയലോ അല്ല. ബലമാണ് പ്രേരണ. ചലിക്കാതെ ഇരിക്കുന്ന വസ്തുവിൽ ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ മാത്രമേ ചലിക്കൂ. ബലം പ്രയോഗിക്കാതെ ചലിക്കില്ല. ഇനി, ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതാണെങ്കിലോ? ചലനം മാററണമെങ്കിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കണം. വേഗം കൂട്ടണമെങ്കിൽ ബലം വേണം. വേഗം കുറയ്ക്കണമെങ്കിൽ ബലം വേണം. ചലനത്തിന്റെ ദിശ മാററണമെങ്കിൽ ബലം വേണം. ദ്രവ്യത്തിന്റെ ഈ പ്രത്യേകത ആദ്യമായി സിദ്ധാന്തവല്ക്കരിച്ചു പറഞ്ഞതു് ഐസക് ന്യൂട്ടൺ ആണ്. എത്ര ബലം വേണമെന്ന് എങ്ങനെ അറിയും? ബലം പ്രയോഗിച്ചു നോക്കിയാലറിയാം. സൈക്കിൾ തള്ളാൻ എത്ര എളുപ്പം. കാറ് തള്ളി നീക്കണമെങ്കിലോ. കൂടുതൽ ദ്രവ്യമാനമുള്ളതിന്മേൽ കൂടുതൽ ബലം പ്രയോഗിക്കണം. ദ്രവ്യമാനം കുറവാണെങ്കിൽ ബലം കുറച്ചു മതി.

അങ്ങനെ നോക്കുമ്പോൾ ദ്രവ്യമാനമെന്നതു് ജഡത്വം എന്ന ഗുണധർമത്തിന്റെ ഒരു അളവാണ്. ജഡത്വം എന്ന ഗുണധർമത്തിന്റെ അളവ് എന്ന നിലയിൽ ദ്രവ്യമാനം എങ്ങനെ നിർ

ണയിക്കാം. ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഫലത്തെ (പ്രവേഗത്തിൽ വരുന്ന മാററം) അടിസ്ഥാനമാക്കി അളക്കാം.

അങ്ങനെ ജഡത്വം എന്ന ഗുണധർമത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി വസ്തുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാനം പറയാം.

ഓർത്തോളൂ—ജഡത്വമില്ലാത്തതായി പ്രപഞ്ചത്തിൽ യാതൊന്നുമില്ല. കാരണം, പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ളതെല്ലാം ദ്രവ്യത്താലുള്ളതാണ്; ജഡത്വം എന്നതു് ദ്രവ്യത്തിൻെറ അടിസ്ഥാന ഗുണധർമങ്ങളിലൊന്നാണ്.

ഇനി ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൻെറ കാര്യം. ജഡത്വം പോലെ ഗുരുത്വാകർഷണവും ദ്രവ്യത്തിൻെറ അടിസ്ഥാന ഗുണങ്ങളിലൊന്നാണ്. ഏതു ദ്രവ്യകണവും മറേറതു ദ്രവ്യകണത്തേയും ആകർഷിക്കുന്നു എന്നതാണ് ആ ഗുണധർമം. പ്രോട്ടോൺ പ്രോട്ടോണിനെ ആകർഷിക്കുന്നു. കാരണം, പ്രോട്ടോൺ ദ്രവ്യമാണ്. ന്യൂട്രോൺ ന്യൂട്രോണിനെ ആകർഷിക്കുന്നു. കാരണം, ന്യൂട്രോൺ ദ്രവ്യമാ

> ചോദ്യം: പ്രോട്ടോൺ എന്നതു് ധന വൈദ്യുത ചാർജ്ജുള്ള കണമല്ലേ. ധനവൈദ്യുത ചാർജ്ജുള്ള രണ്ടു കണങ്ങൾ തമ്മിൽ വികർഷണബലമാണ് ഉള്ളതെന്നല്ലേ പഠിച്ചിട്ടുള്ളതു്? അപ്പോൾ രണ്ടു പ്രോട്ടോൺ തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുണ്ടെന്നു പറഞ്ഞതു തെററാണോ?

ണ്. കല്ലും കല്ലും തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുണ്ട്. കല്ലും മണ്ണും തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുണ്ട്. പുസ്തകവും പേനയും തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുണ്ട്. ഭൂമിയിലെ കല്ലും ചന്ദ്രനിലെ കല്ലും തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുണ്ട്. ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷവും സൂര്യൻെറ അന്തരീക്ഷവും തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുണ്ട്. ഭൂമിയും സൂര്യനും തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുണ്ട്. ഏതു രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുമുണ്ട് ഗുരുത്വാകർഷണബലം. ഈ ബലം വളരെക്കുറഞ്ഞതോതിലുള്ളതാണെന്നു മാത്രം.

വളരെ അടുത്തിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അത്രയും ആകർഷണബലമില്ല അവ അകന്നിരുന്നാൽ. ദൂരം ഇരട്ടിച്ചാൽ

ആകർഷണബലം നാലിലൊന്നായി കുറയും. ദൂരം മൂന്നുമടങ്ങായാൽ ആകർഷണബലം ഒമ്പതിലൊന്നായി കുറയും. അതായതു് ദൂരത്തിന്റെ വർഗവുമായി വിപരീതാനുപാതത്തിലാണു് ആകർഷണ ബലം മാറുന്നതു്.

വസ്തുക്കൾക്കോരോന്നിനും എത്ര ദ്രവ്യമാനമുണ്ടെന്നതിനനുസരിച്ചിരിക്കുന്നു ഗുരുത്വാകർഷണബലം. A യും B യും രണ്ടു വസ്തുക്കൾ. അവ തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുണ്ട്. A യുടെ ദ്രവ്യമാനമോ B യുടെ ദ്രവ്യമാനമോ ഇരട്ടിപ്പിച്ചാൽ ആകർഷണബലം ഇരട്ടിയാകും. രണ്ടിന്റേയും ദ്രവ്യമാനം ഇരട്ടിപ്പിച്ചാൽ ആകർഷണബലം നാലുമടങ്ങായി വർധിക്കും. ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ഗുണനഫലത്തിനു് ആനുപാതികമാണു് ബലമെന്നർഥം.

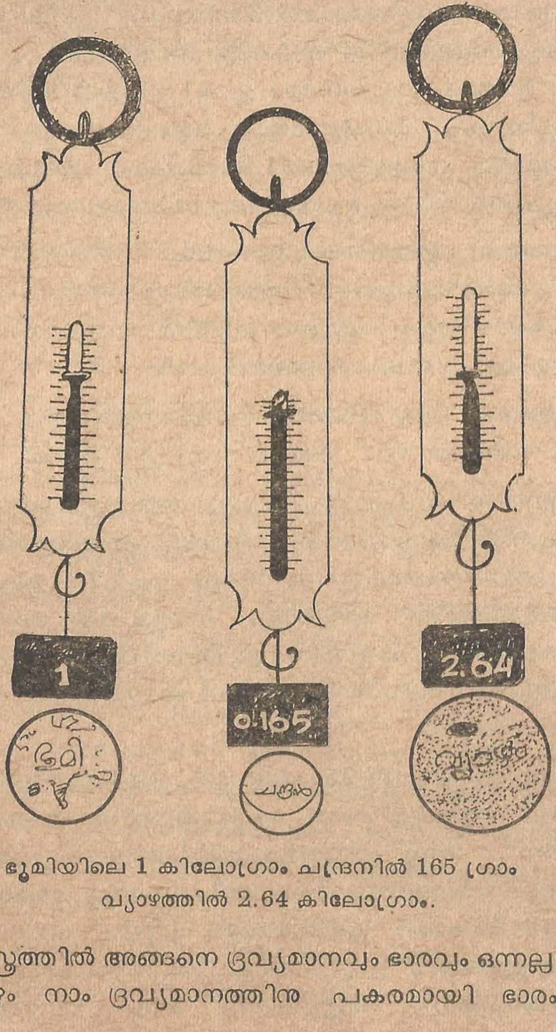
അങ്ങനെ, ഗുരുത്വാകർഷണബലം നിർണയിക്കുന്ന ഒരു ഗുണധർമമാണു് ദ്രവ്യമാനം. ഗുരുത്വാകർഷണബലം എന്ന ഗുണധർമത്തിന്റെ അളവു് എന്ന നിലയിൽ ദ്രവ്യമാനം എങ്ങനെ നിർണയിക്കാം? ബലം അളന്നാൽ മതി.

അങ്ങനെ, രണ്ടു തരത്തിൽ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ പരിമാണം പറയാം. രണ്ടും ഒന്നല്ല. പക്ഷേ രണ്ടും തുല്യമാണു്.

എന്താണു് ദ്രവ്യമാനവും ഭാരവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം? ദ്രവ്യമാനം എന്നതു് വസ്തുവിന്റെ തനതായ ഗുണധർമമാണു്. ഭാരം വസ്തുവിന്റെ തനതായ ഗുണധർമമല്ല. എവിടെ വച്ചു് അളന്നാലും ദ്രവ്യമാനത്തിനു് മാററമില്ല. പക്ഷേ ഭാരം അങ്ങനെയല്ല. ഭൂമിയിലെ ഭാരമല്ല ചന്ദ്രനിൽ. ഭൂമിയിലെ ഭാരമല്ല വ്യാഴത്തിൽ. ഒരേ വസ്തുതന്നെ എവിടെയിരിക്കുന്നു എന്നതിനനുസരിച്ചു് ഭാരം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു.

വസ്തു ഭൂമിയിലായിരിക്കുമ്പോൾ, ഭൂമി അതിനെ എത്ര ബലത്തോടെ ആകർഷിക്കുന്നു എന്നു കാണിക്കുന്നു ഭാരം. ഭാരം ബലമാണു്. വസ്തു ചന്ദ്രനിലായിരിക്കുമ്പോൾ, അതിനെ ചന്ദ്രൻ എത്ര ബലത്തോടെ ആകർഷിക്കുന്നുവോ, അതാണു് അവിടെ അതിന്റെ ഭാരം. ഭൂമിയെക്കാൾ ചന്ദ്രനു് ദ്രവ്യമാനം കുറവാണു്. അതുകൊണ്ടു് ചന്ദ്രൻ വസ്തുവിനെ ആകർഷിക്കുന്ന ബലം വളരെ കുറവാണു്. അതുകൊണ്ടു് വസ്തു ചന്ദ്രനിലായിരിക്കു

മ്പോൾ ഭാരം വളരെ കുറവാണ്. വ്യാഴത്തിന് ഭൂമിയെക്കാൾ വളരെയധികം ദ്രവ്യമാനമുണ്ട്. അതുകൊണ്ട് വസ്തു വ്യാഴത്തിലാണെങ്കിൽ അതിന്മേലുള്ള ആകർഷണബലം കൂടുതലായിരിക്കും. അതിനാൽ വ്യാഴത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം ഭൂമിയിലേതിനെ അപേക്ഷിച്ച് അധികമായിരിക്കും.



ഭൂമിയിലെ 1 കിലോഗ്രാം ചന്ദ്രനിൽ 165 ഗ്രാം
വ്യാഴത്തിൽ 2.64 കിലോഗ്രാം.

ശാസ്ത്രത്തിൽ അങ്ങനെ ദ്രവ്യമാനവും ഭാരവും ഒന്നല്ല. പക്ഷേ പലപ്പോഴും നാം ദ്രവ്യമാനത്തിനു പകരമായി ഭാരം എന്ന

പ്രയോഗം തന്നെ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഭൂമിക്കാണോ വ്യാഴത്തിനാണോ ഭാരം കൂടുതൽ എന്നു ചോദിച്ചാൽ, ചോദ്യം ദ്രവ്യമാനത്തെക്കുറിച്ച് ആണെന്നു തീർച്ചയല്ലെ? അല്ലാതെ അതിൽ ഭാരത്തിനു് എന്തർഥം! ഭൂമിയിൽത്തന്നെ പല വസ്തുക്കളുടെ ഭാരം താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ, ദ്രവ്യമാനത്തിൻെറ താരതമ്യം തന്നെയല്ലെ കിട്ടുക!

ഏററവും കുറഞ്ഞ ദ്രവ്യമാനം എത്രയാവാം? ദ്രവ്യമാണെങ്കിൽ ദ്രവ്യമാനം വേണം. ദ്രവ്യമാനമില്ലാതെ ദ്രവ്യമാകുമോ? ഇല്ല. അപ്പോൾ പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള എല്ലാററിനും ദ്രവ്യമാനമുണ്ട്. ഏററക്കുറച്ചിലുകൾ ഉണ്ടെന്നു മാത്രം,

പ്രകാശകണങ്ങൾക്കുപോലുമുണ്ട് ദ്രവ്യമാനം. അളക്കാനാവുമോ? അത്ര എളുപ്പമല്ല. ദ്രവ്യമാനം ഉണ്ടെന്നു തെളിയിക്കാൻ അത്ര വിഷമമില്ല. പ്രകാശത്തിന്മേൽ ഗുരുത്വാകർഷണബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നു തെളിയിച്ചാൽ പോരെ? ദ്രവ്യമാനമില്ലെങ്കിൽ ഗുരുത്വാകർഷണബലം ഉണ്ടാവില്ലല്ലോ. പ്രകാശത്തിൻെറ ദ്രവ്യമാനം വളരെ വളരെ കുറവായതിനാൽ അതിന്മേലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണവും കുറവാണ്. അതുകൊണ്ട് ഫലമറിയത്തക്കവിധം ബലമുണ്ടാകണമെങ്കിൽ ആകർഷിക്കുന്ന വസ്തുവിനു് 'കനത്ത' ദ്രവ്യമാനം വേണം. നക്ഷത്രങ്ങൾ പൊതുവെ വളരെ വലിയവയാണ്. അവയ്ക്കു് വളരെയധികം ദ്രവ്യമാനമുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിന് സൗരയൂഥത്തിലെ ഗ്രഹങ്ങൾക്കെല്ലാംകൂടിയുള്ള ദ്രവ്യമാനത്തെക്കാൾ വളരെ വളരെ കൂടുതലാണ് സൂര്യൻെറ ദ്രവ്യമാനം.

ചോദ്യം: ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനത്തിൻെറ എത്ര മടങ്ങാണ് സൂര്യൻെറ ദ്രവ്യമാനം?
സൗരയൂഥത്തിലെ ഗ്രഹങ്ങൾക്കെല്ലാം കൂടിയുള്ള ദ്രവ്യമാനത്തിൻെറ എത്ര മടങ്ങാണ് സൂര്യൻെറ ദ്രവ്യമാനം?

നക്ഷത്രങ്ങൾക്കടുത്തുകൂടി പോകുന്ന പ്രകാശരശ്മിയെ നക്ഷത്രം ആകർഷിക്കുന്നതിൻെറ ഫലമായി പ്രകാശരശ്മിയുടെ പാത വളയുന്നു. പക്ഷേ സാധാരണ സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഇതു നിരീ

ക്ഷിക്കാനാവില്ല. എന്താണ കാര്യം? നക്ഷത്രത്തിനടുത്തുകൂടി വരുന്ന പ്രകാശരശ്മിയേയും നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശ രശ്മിയേയും വേർതിരിച്ച് കാണാനാവില്ലല്ലോ. അപ്പോൾ നക്ഷത്രത്തിനടുത്തു കൂടിവരുന്ന പ്രകാശരശ്മി വളയുന്നതു കാ ണണമെങ്കിൽ നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം ഇല്ലാത്ത സന്ദർ ഭത്തിൽ നോക്കണം. എപ്പോഴാണ് അതു സാധിക്കുക? പറയാ മോ?

സൂര്യനിൽനിന്നു പ്രകാശം വരാത്ത സന്ദർഭമേതാണ്?

രാത്രിയിൽ, അല്ലെ? പക്ഷേ അപ്പോൾ സൂര്യനെവിടെയാ?

നമുക്കു കാണാവുന്നിടത്തല്ല. ഭൂമിയുടെ മറുഭാഗത്താണ്.

അപ്പോൾ പിന്നെ എങ്ങനെ, സൂര്യനടുത്തുകൂടി വരുന്ന പ്ര കാശ രശ്മിയെ കാണാനാവും! സാധിക്കില്ല.

മറേറതെങ്കിലും സന്ദർഭമുണ്ടോ, സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാ ശം ഭൂമിയിലെത്താതെ? അതേസമയം, നമുക്കു കാണാവുന്ന ദിശ യിലായിരിക്കണം സൂര്യൻ.

അതായത് പകൽ സമയം, സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം ലഭിക്കാത്ത സന്ദർഭം. ഏതാണത്?

സൂര്യഗ്രഹണ സമയം.

സൂര്യഗ്രഹണം പകലാണല്ലോ. സൂര്യഗ്രഹണ സമയത്ത് സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശത്തെ ചന്ദ്രൻ മറയ്ക്കുന്നു.

അപ്പോൾ സൂര്യഗ്രഹണ സമയത്ത് നിരീക്ഷിച്ചാൽ, മറേറ തെങ്കിലും നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്ന് സൂര്യനടുത്തുകൂടി വരുന്ന പ്രകാ ശരശ്മി വളഞ്ഞ് ദിശ മാറുന്നതു കാണാം. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പ്രകാശരശ്മിയുടെ ഈ ദിശമാററം നിരീക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ട്, അളന്നി ട്ടുണ്ട്.

ചോദ്യം: പ്രകാശരശ്മിക്കും ഗുരുത്വാകർഷണബലം ബാധകമാണെന്ന് ആദ്യമായി സമർത്ഥിച്ചത് ആര്?

ചോദ്യം: പൂർണ സൂര്യഗ്രഹണമുണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമേ പ്രകാശരശ്മിയുടെ പാത വളയുന്നതു കാണാനാവൂ. എന്തുകൊണ്ട്?

അപ്പോഠം ഒരു കാര്യം തീർച്ചയായി. പ്രകാശരശ്മികളിലെ കണങ്ങഠംക്ക് ദ്രവ്യമാനമുണ്ട്. ഫോട്ടോണുകഠം എന്നാണ് ആ കണങ്ങഠംക്ക പേരു്.

എന്തു വേഗത്തിലാണ് പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നതു്? സെക്കൻഡിൽ 3 ലക്ഷം കിലോമീററർ. സഞ്ചരിക്കുമ്പോഠം മാത്രമേ പ്രകാശത്തിനു ഭാരമുള്ളു. പ്രകാശ കണങ്ങഠം ചലിക്കാത്ത അവസ്ഥ സങ്കല്പിച്ചാൽ അവയ്ക്കു് ദ്രവ്യമാനം ഇല്ലാതാവും. പക്ഷേ, ഒന്നുണ്ട്. പ്രകാശ കണങ്ങഠം സഞ്ചരിക്കാത്ത അവസ്ഥ ഇല്ലെന്നു മാത്രമല്ല, മാധ്യമം മാറുമ്പോഠം മാത്രമേ വേഗം മാറൂ. അപ്പോഠം, ദ്രവ്യമാനമില്ലാത്ത പ്രകാശകണം ഇല്ലെന്നർഥം.

ചോദ്യം: വേഗം കൂടുമ്പോഠം വസ്തുക്കഠംക്ക് ദ്രവ്യമാനം കൂടുമെന്നു് സമർഥിച്ചതു് ആരു്?

അണുവിനുള്ളിലെ കണങ്ങളെക്കുറിച്ചു പഠിച്ചിട്ടില്ലെ? ഏതൊക്കെയാണ് അവ?

അണുകേന്ദ്രത്തിൽ പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും. അണുകേന്ദ്രത്തെച്ചുററിക്കറങ്ങുന്ന ഇലക്ട്രോണുകഠം. ഈ കണങ്ങഠംക്ക് ഓരോന്നിനും എത്ര ദ്രവ്യമാനമുണ്ടെന്നു് അറിയാമോ?

ഒരുമില്ലീ ഗ്രാം പോലുമില്ല. മില്ലീഗ്രാമെന്നു പറയുന്നതു തന്നെ ഗ്രാമിൻെറ ആയിരത്തിലൊന്നു മാത്രമാണ്. ഒരുമില്ലീ ഗ്രാമിൻെറ ആയിരത്തിലൊന്നു പോലുമില്ല.

ഒരു ഇലക്ട്രോണിൻെറ ദ്രവ്യമാനം ഇതാ ഇങ്ങനെ കുറിക്കാം—

9.1×10^{-31} കിലോഗ്രാം.

അഥവാ

9.1×10^{-28} ഗ്രാം.

അഥവാ

9.1×10^{-25} മില്ലീ ഗ്രാം.

അഥവാ

0.000 000 000 000 000 000 000 000 9 മില്ലീഗ്രാം.

എത്ര കുറവാണെന്നു് ആലോചിച്ചു നോക്കൂ. 0.9 മില്ലീഗ്രാം എന്നെഴുതിയാൽ ഒരു മില്ലീഗ്രാമിൻെറ പത്തിൽ ഒമ്പതു ഭാഗമെന്നു് അർഥം. 0.09 മില്ലീഗ്രാം എന്നെഴുതിയാൽ ഒരു മില്ലീഗ്രാമിൻെറ നൂറിൽ ഒമ്പതു ഭാഗമെന്നു് അർഥം. 0.009 മില്ലീഗ്രാം എന്നെഴുതിയാൽ ഒരു മില്ലീഗ്രാമിൻെറ ആയിരത്തിൽ ഒമ്പതു ഭാഗമെന്നർഥം. ഇലക്ട്രോണിൻെറ ദ്രവ്യമാനത്തിൻെറ ചെറുപ്പം ഊഹിക്കാനാവുമോ? ഒന്നു് ഓർത്തോളൂ— ഇലക്ട്രോണിനെക്കാരം വളരെ വളരെ ദ്രവ്യമാനം കുറഞ്ഞ ഒരു കണത്തിൻെറ കാര്യമാണു് നാം ആദ്യം പറഞ്ഞതു്— പ്രകാശകണം. ഇലക്ട്രോണിൻെറ പതിനായിരത്തിലൊ രംശത്തിൽ അധികമുണ്ടാവില്ല.

ഇനി നമുക്കു് അണുകേന്ദ്രത്തിനുള്ളിലേക്കു കടക്കാം. അവിടെയുള്ളതു് രണ്ടുതരം കണങ്ങളാണല്ലോ. ഏതൊക്കെയാണു്?

പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും. രണ്ടിനും ഏറെക്കുറെ ഒരേ ദ്രവ്യമാനമാണു്. പ്രോട്ടോണിന്റെ ദ്രവ്യമാനം ഇങ്ങനെ കുറിക്കാം—

1.6726×10^{-27} കിലോഗ്രാം

അഥവാ

1.6726×10^{-21} മില്ലീഗ്രാം.

ന്യൂട്രോണിന്റെ ദ്രവ്യമാനം 1.6749×10^{-27} കിലോഗ്രാം ആണു്. ഇലക്ട്രോണിൻെറ ദ്രവ്യമാനവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോരം വളരെ വളരെക്കൂടുതലാണു് പ്രോട്ടോണിൻെറയും ന്യൂട്രോണിൻെറയും ദ്രവ്യമാനം. അതുകൊണ്ടു് അണുവിൻെറ ദ്രവ്യമാനം അണുകേന്ദ്രത്തിൻെറ ദ്രവ്യമാനമാണെന്നു പറയാം.

ചോദ്യം: ഇലക്ട്രോണിന്റെ എത്ര മടങ്ങു ദ്രവ്യമാനമുണ്ട് പ്രോട്ടോണിന്?

ഇനി നമുക്കു് കുറച്ചുകൂടി കൂടിയ ദ്രവ്യമാനം അന്വേഷിക്കാം. പ്രോട്ടോണിനെയും ന്യൂട്രോണിനെയുംകാൾ ദ്രവ്യമാനമുണ്ടല്ലോ അണുകേന്ദ്രത്തിനു്. ഹൈഡ്രജൻ അണുകേന്ദ്രത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ മാത്രം ഇതു ശരിയല്ല.

ചോദ്യം: എന്താണ് ഹൈഡ്രജൻ അണുകേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രത്യേകത?

ദ്രവ്യമാനം ഏററവും കുറഞ്ഞ അണുകേന്ദ്രം ഹൈഡ്രജന്റേതാണ്. അതിലധികമുണ്ടു് ഡ്യൂറററീരിയത്തിനു്. അതിലധികമുണ്ടു് ട്രിററിയത്തിനു്. അതിലധികമുണ്ടു് ഹീലിയത്തിനു്. അതിലധികമുണ്ടു് ലിഥിയത്തിനു്. അതിലധികമുണ്ടു് കാർബണ്. അതിലധികമുണ്ട് ഓക്സിജനു്. അങ്ങനെ അങ്ങനെ പോയാൽ, ഏററവും അധികം ദ്രവ്യമാനമുള്ള അണു ഏതാണ്?

ചോദ്യം: എന്താണ് ഡ്യൂറററീരിയം? എന്താണ് ട്രിററിയം?

ഈ ചോദ്യത്തിന് രണ്ടു രീതിയിൽ ഉത്തരം പറയാം. പ്രകൃത്യാ ഉള്ള മൂലകങ്ങളിൽ ഏററവും കൂടുതൽ അണു സംഖ്യ ഉള്ള മൂലകം യുറേനിയമാണ്.

ചോദ്യം: അണു സംഖ്യ എന്നാൽ എന്ത്?

യുറേനിയത്തിന്റെ അണു സംഖ്യ 92 ആണ്. പ്രകൃതിയിൽ ഏററവുമധികമുള്ളതു് അണുഭാരം 238 ഉള്ള യുറേനിയമാണ്,

ചോദ്യം: അണുഭാരം എന്നാൽ എന്തു്?

അണുഭാരം 238 ഉള്ള യുറേനിയത്തിൻെറ അണുകേന്ദ്രത്തിലു ള്ളതു് 92 പ്രോട്ടോണുകളും 146 ന്യൂട്രോണുകളുമാണ്. ഇത്തര മൊരു അണുകേന്ദ്രത്തിൻെറ ദ്രവ്യമാനം 3.95×10^{-25} കിലോ ഗ്രാം അഥവാ 3.95×10^{-19} മില്ലീഗ്രാം ആണ്.

ചോദ്യം: അണുഭാരം 235 ഉള്ള യുറേനിയത്തിൻെറ അണു വിൽ എത്ര പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും ഉണ്ടു്?

അണുവിനെക്കാൾ അല്പം ദ്രവ്യമാനം കൂടുതലാവും തന്മാത്ര യ്ക്കു്. എന്താണു കാരണം?

തന്മാത്രയിൽ, പൊതുവെ, ഒന്നിലധികം അണുക്കളുണ്ടു്.

ഇനി അണുക്കളും തന്മാത്രകളും ചേർന്ന പദാർഥങ്ങളുടെ കാ ര്യം പരിശോധിച്ചാലോ? എത്രമാത്രം പദാർഥമെടുക്കുന്നു എന്ന തനുസരിച്ചിരിക്കും ദ്രവ്യമാനം. ഒരു മഷിക്കുപ്പിയിൽ നിറയെ വെള്ളമെടുത്താൽ അതിൻെറ (വെള്ളത്തിൻെറ) ദ്രവ്യമാനം ഏക ദേശം 60 ഗ്രാം ആവും. ഒരു ലിററർ ജലത്തിനു് ഒരു കിലോഗ്രാ മുണ്ടു് ദ്രവ്യമാനം.

വാതകങ്ങളോ? വാതകങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാനം വ്യാപ്തത്തെ മാത്രമല്ല ആശ്രയിക്കുന്നതു്. മർദത്തേയും ആശ്രയിക്കുന്നു. മർദം കൂടുമ്പോൾ ദ്രവ്യമാനവും കൂടുന്നു. അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ 1 ലിററർ വായുവിൻെറ ദ്രവ്യമാനം 1.293 ഗ്രാം ആണ്.

ചോദ്യം: നിങ്ങളുടെ ക്ലാസ്സുമുറിക്കു് 8 മീററർ നീളവും 5 മീററർ വീതിയും 4 മീററർ ഉയരവുമുണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. ക്ലാസ്സു മുറിയിൽ കൊള്ളുന്ന വായുവിനു് ആകെ എത്ര ദ്രവ്യമാന മുണ്ടാവാം?

സാധാരണ താപനിലയിൽ, തുല്യവ്യാപ്തം ഖരവും ദ്രാവക വും വാതകവുമെടുത്താൽ ഏററവും കുറവു ദ്രവ്യമാനം വാതകത്തി നും ഏററവുമധികം ദ്രവ്യമാനം ഖരത്തിനും ആണല്ലോ. അങ്ങനെ

യല്ലാതെയും ഉണ്ട്. ഉദാഹരണമായി, തുല്യവ്യാപ്തം രസവും (മെർക്കുറി) ഇരുമ്പുമെടുത്താൽ രസത്തിനാണ് അധികം ദ്രവ്യമാനം. പക്ഷേ, ഭൂരിഭാഗം പദാർഥങ്ങളുടെ കാര്യത്തിലും അങ്ങനെയല്ല; ഖരങ്ങൾക്കാണ് ദ്രവ്യമാനം അധികം.

ഖരങ്ങൾ ചേർന്ന വസ്തുക്കൾക്കാവണം അപ്പോൾ ദ്രവ്യമാനം അധികം.

വളരെക്കുറഞ്ഞ ദ്രവ്യമാനങ്ങളാണ് നാം ഇതുവരെ കണ്ടതു്. ഇനി കുറെക്കൂടി കൂടിയ ദ്രവ്യമാനങ്ങളിലേക്കു കടക്കാം. കൂടിയ ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ പറയുമ്പോൾ, ദ്രവ്യമാനം എന്നതിനു പകരം ഭാരം എന്നു പറയാറുണ്ട്; ശാസ്ത്രീയമായി നോക്കുമ്പോൾ അങ്ങനെ പറയുന്നതു ശരിയല്ലെങ്കിൽ പോലും. ഇവിടെയും, ബലം എന്ന് എടുത്തു പറഞ്ഞിട്ടില്ലെങ്കിൽ ഭാരം എന്നുപയോഗിക്കുന്നതു് ദ്രവ്യമാനം എന്ന അർഥത്തിൽത്തന്നെയാണെന്ന് ധരിക്കണം.

മനുഷ്യന് എത്ര ഭാരമുണ്ട്?

എല്ലാവർക്കും ഒരുപോലെയല്ല, ജനിച്ചാലുടനുള്ള കുട്ടിക്ക് 2 മുതൽ 4 വരെ കിലോഗ്രാം ആവാം. വളരുന്നതിനനുസരിച്ച് ഭാരം കൂടും. ഏഴാം ക്ലാസിൽ പഠിക്കുമ്പോൾ മുപ്പതു്–മുപ്പത്തിഅഞ്ച് കിലോഗ്രാം ആവാം. പൂർണ വളർച്ച പ്രാപിച്ചവർക്കു പോലും പൊതുവെ 100 കിലോഗ്രാമിൽ കുറവായിരിക്കും. ഇതിന് അപവാദമില്ലെന്നില്ല. ഇതുവരെ രേഖപ്പെടുത്തപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതിൽ ഏററവും കൂടിയ തൂക്കം 636 കിലോഗ്രാം ആണ്.

മനുഷ്യനെക്കാൾ ഭാരമുള്ള എത്രയോ മൃഗങ്ങളുണ്ട്. ടൺ കണക്കിനു തൂക്കമുള്ള മത്സ്യങ്ങൾപോലുമുണ്ട്.

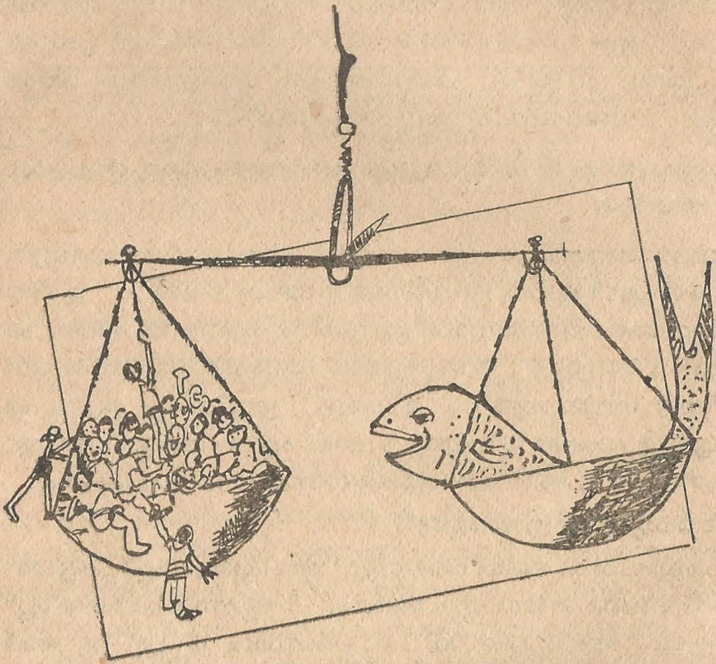
ആകാശ ഗോളങ്ങളുടെ കാര്യമെടുത്താലോ? എത്രയാണ് ചന്ദ്രന്റെ ഭാരം?

7.36×10^{22} കിലോഗ്രാം.

അഥവാ

736 00000000000000000000 കിലോഗ്രാം

ചന്ദ്രന്റെ തൂക്കമുള്ളതായി ഭൂമിയിൽ യാതൊന്നുമില്ല. ഭൂമിക്കെത്രയാണ് ഭാരം?



മനുഷ്യൻെറ പല മടങ്ങു ഭാരമുള്ള മത്സ്യങ്ങളുണ്ട്.

ചന്ദ്രൻെറ 81.3 മടങ്ങ്.

5.983×10^{24} കിലോഗ്രാം.

5983 0000000000000000000000 കിലോഗ്രാം.

ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനത്തിനെ നമുക്ക് ഭൂദ്ര എന്നു വിളിക്കാം. ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനം എന്നു് പൂർണരൂപം. ദ്രവ്യമാനം കുറിക്കാനുള്ള ഒരു പുതിയ യൂണിററാണ് ഭൂദ്ര.

1 ഭൂദ്ര $= 5.983 \times 10^{24}$ കിലോഗ്രാം.

ഭൂമിയെക്കൂടാതെ എട്ടു ഗ്രഹങ്ങൾ കൂടിയുണ്ടല്ലോ സൗരയൂഥത്തിൽ. അവയിൽ ഓരോന്നിനും എത്രയാണ് ദ്രവ്യമാനം എന്നു് അറിയണ്ടേ?

ബുധന്	0.055	ഭൂദ്ര
ശുക്രന്	0.815	ഭൂദ്ര
ചൊവ്വാക്ക്	0.108	ഭൂദ്ര
വ്യാഴത്തിന്	317.9	ഭൂദ്ര
ശനിക്ക്	95.2	ഭൂദ്ര
യുറാനസ്സിന്	14.6	ഭൂദ്ര
നെപ്ററ്യൂണിന്	17.2	ഭൂദ്ര
പ്ലൂട്ടോക്ക്	0.1	ഭൂദ്ര

ഈ പുതിയ യൂണിററുപയോഗിച്ചാൽ ചന്ദ്രന്റെ ദ്രവ്യമാനമോ? പ്ലൂട്ടോയുടെ ഏകദേശം എട്ടിലൊന്ന്. 0.0123 ഭൂദ്ര.

സൂര്യന്റെ ദ്രവ്യമാനമോ?

ഏകദേശം 350000 ഭൂദ്ര. ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ മൂന്നു ലക്ഷത്തിഅമ്പതിനായിരം മടങ്ങ് എന്നർഥം.

സൂര്യൻ ഒരു ശരാശരി നക്ഷത്രം മാത്രമാണ്. ഭാരംകൊണ്ടും തിളക്കംകൊണ്ടും എല്ലാം, ശരാശരി. സൂര്യനെക്കാൾ എത്രയോ ഭാരം കൂടിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ ഉണ്ടാവാം.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കാര്യം പോകട്ടെ. നക്ഷത്രങ്ങൾ ചേർന്ന ഗ്യാലക്സികളുടെ കാര്യമോ?

ഒരു ഗ്യാലക്സി

കോടിക്കണക്കിനു നക്ഷത്രങ്ങൾ ചേർന്നതാണ് ഗ്യാലക്സി.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഭാരം പോലും വളരെ കൃത്യമായി കണക്കാക്കാൻ വിഷമമാണ്. അപ്പോൾപിന്നെ കോടിക്കണക്കിനു നക്ഷത്രങ്ങൾ ചേർന്ന ഗ്യാലക്സികളുടെ ഭാരം എങ്ങനെ കൃത്യമായി നിർണയിക്കാൻ! ഏകദേശം കണക്കാക്കാനേ സാധിക്കൂ. ഏകദേശ ഭാരം നിർണയിക്കാൻ പല മാർഗങ്ങളുമുണ്ട്. ഗ്യാലക്സികൾക്ക് ഏകദേശം എത്ര ഭാരമുണ്ടാവാം?

നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയുടെ ആകൃതിയുള്ള ഗ്യാലക്സികൾക്ക് സൂര്യന്റെ ഭാരത്തിന്റെ നൂറുകോടി മുതൽ പതിനായിരം കോടിവരെ മടങ്ങു ഭാരമുണ്ടാവാം.

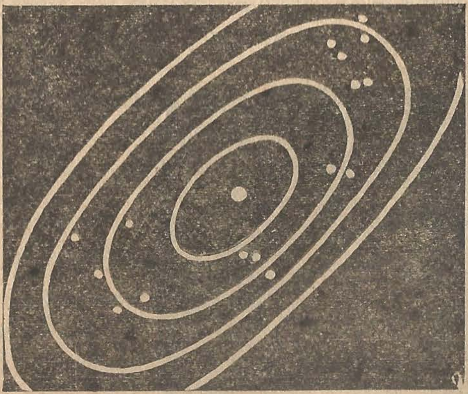
പ്രപഞ്ചത്തിനാകെ എത്ര ഭാരം?

ആരെങ്കിലും കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ടോ?

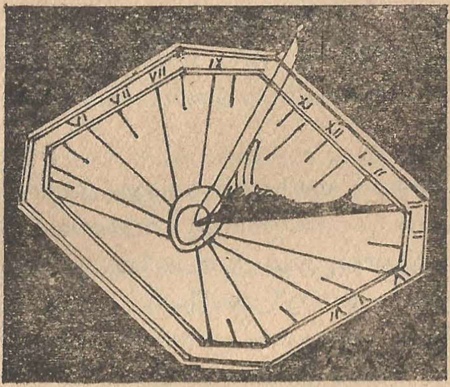
ഇതെന്തു ചോദ്യം? ചോദ്യത്തിനു് എന്തർഥം?

അനന്തമായ ഈ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഭാരവും (ദ്രവ്യമാനം) അനന്തമല്ലാതെ എന്താവാൻ?

അങ്ങനെ ഏതാണ്ടു് പൂജ്യം ദ്രവ്യമാനം മുതൽ അനന്തം ദ്രവ്യമാനം വരെ; അതാണ് പ്രപഞ്ചത്തിലെ ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ വൈവിധ്യം.



ചോദ്യം: ദ്രവ്യമാനം ഋണമായിട്ടുള്ള എന്തെങ്കിലും പ്രപഞ്ചത്തിലുണ്ടോ?



7. സമയത്തിലെ വൈവിധ്യം

വലിപ്പത്തിലെ വൈവിധ്യം മനസ്സിലാക്കി.

ഭാരത്തിലെ വൈവിധ്യം മനസ്സിലാക്കി.

ദ്രവ്യമാനവും ദൈർഘ്യവും കൂടാതെ പ്രപഞ്ചത്തിലെ പ്രതിഭാസങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ഒരു അടിസ്ഥാന രാശികൂടിയുണ്ടു്. അതു് സമയമാണു്.

ദ്രവ്യമാനം, ദൈർഘ്യം, സമയം എന്നിവയാണു് അടിസ്ഥാന രാശികൾ.

ഇനി നമുക്കു് സമയത്തിലെ വൈവിധ്യങ്ങൾ കൂടി മനസ്സിലാക്കാം.

ഏററവും ചെറിയ (സമയ) ഇടവേള എത്രയാണു്?

പൂജ്യം.

പൂജ്യത്തിൽ കൂടിയ, പ്രായോഗിക- അർത്ഥമുള്ള, ഏററവും ചെറിയ ഇടവേള എത്രയാണു്?

ഈ ചോദ്യത്തിനു് എങ്ങനെയാണു് ഉത്തരം കണ്ടെത്തുക? ശ്രമിക്കാം. എന്തെങ്കിലും ചെയ്യാനുള്ള സമയം, ഇത്ര ദൂരം പോകാൻ വേണ്ട സമയം, ഇങ്ങനെയൊക്കെയല്ലെ നാം സമയത്തെ കുറിച്ചു ചിന്തിക്കാറുള്ളതു്? ദൂരത്തെ വേഗം കൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ സമയം കിട്ടും. മണിക്കൂറിൽ 60 കിലോമീററർ വേഗത്തിൽ പോകുന്ന കാറിനു് 120 കിലോമീററർ ദൂരം പോകുവാൻ 2 മണിക്കൂർ വേണം.

ദൂരത്തെ വേഗം കൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ സമയം കിട്ടുമെന്ന അറിവു് ഏററവും കുറഞ്ഞ സമയഇടവേള നിർണയിക്കുവാൻ ഉപകരിക്കും. ഏററവും കുറഞ്ഞ, അഥവാ ചെറിയ, ദൂരം എത്രയെന്നു് ആദ്യം കണ്ടെത്തുക. എന്നിട്ടു് അതിനെ ഏററവും കൂടിയ വേഗം കൊണ്ടു് ഹരിക്കുക. അപ്പോഠം പ്രായോഗികമായി അർഥമുള്ള ഏററവും കുറഞ്ഞ സമയ ഇടവേള കിട്ടും.

അറിയാവുന്ന ഏററവും ചെറിയ ദൂരം എത്രയാണു്?

കൃത്യമായിട്ടു് അറിയാവുന്നതു് എന്നു പറഞ്ഞാൽ സംഗതി കുഴയും. കാരണം, ഏററവും ചെറിയ ദ്രവ്യകണങ്ങളുടെ വലിപ്പമാണു് ഏററവും കുറഞ്ഞ ദൂരം. ഏററവും ചെറിയ ദ്രവ്യകണങ്ങഠം പ്രാഥമിക കണങ്ങളാണു്. ഇലക്ട്രോണും പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും മററും. അവയുടെ കൃത്യവലിപ്പം പറയാനാവില്ല.

ഹൈഡ്രജൻ അണുകേന്ദ്രത്തിൻെറ വലിപ്പം
10^{-13} സെൻറിമീററർ ആണു്.
0.0000000000001 സെൻറിമീററർ.

ഇതു് ഒരു പ്രോട്ടോണിൻെറ വലിപ്പമാണെന്നു പറയാം. ഇതിലും ചെറിയ വലിപ്പങ്ങഠം അഥവാ ദൂരങ്ങഠം പറയുന്നതിൽ അർഥമില്ല. ഈ ദൂരത്തെ അറിയാവുന്നതിൽ ഏററവും കൂടിയ വേഗം കൊണ്ടു ഹരിക്കണം. അപ്പോഠം ഏററവും കുറഞ്ഞ സമയ ഇടവേള കിട്ടും.

അറിയാവുന്ന ഏററവും കൂടിയ വേഗം പ്രകാശത്തിൻേറതാണു്. പ്രകാശം ഒരു സെക്കൻഡുകൊണ്ടു് 3 ലക്ഷം കിലോമീററർ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നു. അഥവാ, സെക്കൻഡിൽ 30000000000

സെൻറീമീററർ ആണ് പ്രകാശത്തിൻെറ വേഗം. അപ്പോഠം ഏററവും ചെറിയ സമയ ഇടവേള എത്രയാണ്? ഹരിച്ചുനോക്കു. മററ് ഏതു് സമയ ഇടവേളയും ഇതിലും കൂടുതലാണ്. നാനോ സെക്കൻഡിൽ പറയാവുന്ന സമയ ഇടവേളകളുണ്ടു്.

1 നാനോ സെക്കൻഡ് $= 10^{-9}$ സെക്കൻഡ്
$= 0.000000001$ സെക്കൻഡ്.

മൈക്രോസെക്കൻഡിൽ പറയാവുന്ന സമയ ഇടവേളകളുണ്ടു്

1 മൈക്രോ സെക്കൻഡ് $=$ 1000 നാനോ സെക്കൻഡ്
$= 0.000001$ സെക്കൻഡ്.

മില്ലീസെക്കൻഡിൽ പറയാവുന്ന സമയ ഇടവേളകളുണ്ടു്.

1 മില്ലീസെക്കൻഡ് $=$ 1000 മൈക്രോ സെക്കൻഡ്
$= 0.001$ സെക്കൻഡ്

സെക്കൻഡിൽ പറയാവുന്ന സമയ ഇടവേളകളുണ്ടു്.

1 സെക്കൻഡ് $=$ 1000 മില്ലീസെക്കൻഡ്.

മിനിററിൽ പറയാവുന്ന ഇടവേളകളുണ്ട്.

1 മിനിററ് $=$ 60 സെക്കൻഡ്.

മണിക്കൂറിൽ പറയാവുന്ന ഇടവേളകളുണ്ട്.

1 മണിക്കൂർ $=$ 60 മിനിററ്.

ദിവസത്തിൻെറ തോതിൽ പറയാവുന്ന ഇടവേളകളുണ്ടു്.

1 ദിവസം $=$ 24 മണിക്കൂർ

വർഷത്തിൻെറ തോതിൽ പറയാവുന്ന ഇടവേളകളുണ്ടു്.

1 വർഷം $=$ 365.25 ദിവസം.

അങ്ങനെ പറഞ്ഞുപോയാൽ, ഏററവും കൂടിയ സമയ ഇടവേള എത്രയാണ്?

ചോദ്യം: 1 വർഷം എത്ര നാനോ സെക്കൻഡ്?
1 വർഷം എത്ര മൈക്രോസെക്കൻഡ്?
1 വർഷം എത്ര മില്ലീസെക്കൻഡ്?
1 വർഷം എത്ര സെക്കൻഡ്?
1 വർഷം എത്ര മിനിററ്?
1 വർഷം എത്ര മണിക്കൂർ?

ഭൂമിയും സൂര്യനും ചന്ദ്രനും മററു ഗ്രഹങ്ങളും ഉണ്ടായിട്ട് ഏകദേശം 500 കോടി വർഷങ്ങളായിട്ടുണ്ടെന്നാണ് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്.

അതിനു മുമ്പും പ്രപഞ്ചമുണ്ടായിരുന്നു, കാലമുണ്ടായിരുന്നു. 1000 കോടി വർഷങ്ങൾക്ക മുമ്പും പ്രപഞ്ചമുണ്ടായിരുന്നു, കാലമുണ്ടായിരുന്നു.

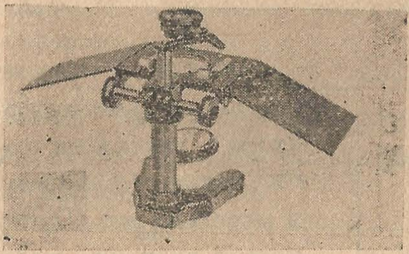
10000000 കോടി വർഷങ്ങൾക്ക മുമ്പും പ്രപഞ്ചമുണ്ടായിരുന്നു.

പ്രപഞ്ചം എന്നുമുണ്ടായിരുന്നു. കാലം എന്നുമുണ്ടായിരുന്നു. അതുകൊണ്ട്, പറയാവുന്നതിൽ ഏററവും കൂടിയ സമയം, അനന്തമാണ്. അനന്തം കോടി വർഷമാണ്.

അനന്തം എന്നു പറഞ്ഞു കഴിഞ്ഞാൽ, കോടിയും ലക്ഷവും ചേർക്കണ്ട.

പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ പ്രായം അനന്തമാണ്.

പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ആയുസ്സും അനന്തമാണ്.



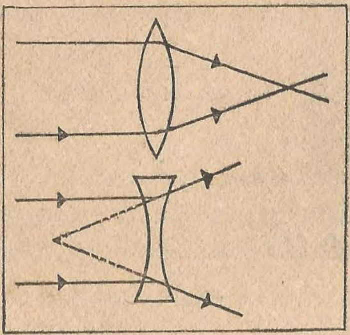
8. സൂക്ഷ്മദർശികൾ

കണ്ണുകൊണ്ടു നേരിട്ട് പലതും കാണാൻ സാധിക്കുന്നില്ല. കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാവുന്നതിലും ചെറിയ കാര്യങ്ങളും ഉണ്ടെന്നു തീർച്ചയാണ്. അവയെക്കുറിച്ച് എങ്ങനെ മനസ്സിലാക്കാനാവും? അവയെ വലുതാക്കിക്കാണണം. കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാവുന്നവയിൽത്തന്നെ, വളരെച്ചെറിയവയെ കുറെയെങ്കിലും വലുതാക്കിക്കണ്ടാൽ അവയെപ്പറ്റി കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കാനാവും. അങ്ങനെ, കാണുന്നതിൽ ചെറിയവയേയും കാണാൻ വയ്യാത്തത്ര ചെറിയവയേയും വലുതാക്കി നിരീക്ഷിക്കാനും പഠിക്കാനുമുള്ള ആഗ്രഹം പണ്ടേ മനുഷ്യന് ഉണ്ടായിരുന്നു. പക്ഷേ, സ്ഫടികം കൊണ്ടുള്ള ലെൻസുകൾ ഉണ്ടാക്കാൻ പഠിച്ചതിനു ശേഷമേ ഇക്കാര്യത്തിൽ കാര്യമായ പുരോഗതി നേടുവാനായുള്ളു.

വസ്തുക്കളെ വലുതാക്കി കാണിക്കുവാൻ ലെൻസുകളുപയോഗിക്കാമെന്ന് വ്യാപകമായി അറിവായത് പതിനാറാം നൂറ്റാണ്ട് അവസാനിക്കാറായപ്പോഴാണ്.

ചോദ്യം: കണ്ണടയിൽ എന്തെല്ലാം തരം ലെൻസുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു?

ചോദ്യം: ലെൻസിൻെറ പ്രവർത്തന തത്വം എന്ത്?



പതിനേഴാം നൂററാണ്ടിൽ പലരും സൂക്ഷ്മദർശികളുണ്ടാക്കി. ആദ്യകാല സൂക്ഷ്മദർശികളുടെ നിർമാണവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി മൂന്നുഗവേഷകരുടെ പേരുകൾ കേൾക്കാറുണ്ട്. ആന്തോൺ ഫാൻ ലേയ്‌വെൻ ഹുക്ക് (Anton van Leeuwenhoek), ഹാൻസ് ലിപ്പേഴ്സ്‌ലി (Hans Lippersley), സെക്കറിയാസ് ജാൻസെൻ (Zacharias Janssen) എന്നിവരാണ് അവർ. മൂന്നുപേരും കണ്ണട ഉണ്ടാക്കുന്നവരായിരുന്നു.

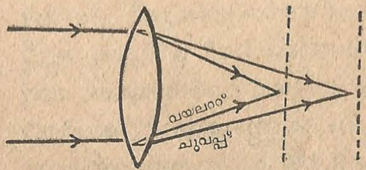
ചോദ്യം: ഒരു ഉത്തല ലെൻസുണ്ടെങ്കിൽ നല്ല തെളിച്ചമുള്ള പകൽ സമയത്ത് പഞ്ഞി കത്തിക്കാനാവും. എങ്ങനെ? എന്താണു തത്വം?

സൂക്ഷ്മദർശിയിലൂടെ നിരീക്ഷണം നടത്തി ആദ്യമായി രേഖപ്പെടുത്തിയതിൻെറ ക്രെഡിററ് ലേയ്‌വെൻ ഹുക്കിനു തന്നെ. വളരെ കൃത്യമായി ലെൻസു നിർമിച്ച്, അതിസൂക്ഷ്മമായവയെ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിൽ അദ്ദേഹം പ്രത്യേകം ഔത്സുക്യവും പാടവവും പ്രദർശിപ്പിച്ചു. മൊട്ടുസൂചിയുടെ മൊട്ടിനോളം മാത്രം വലിപ്പമുള്ള ലെൻസുകൾ വരെ ഉരച്ചുമിനുക്കി ഉണ്ടാക്കുവാൻ അന്നത്തെക്കാലത്ത് ലേയ്‌വെൻ ഹുക്കിനു സാധിച്ചിരുന്നുവെന്ന് ഓർക്കണം. അദ്ദേഹം ജീവിച്ചിരുന്ന നൂററാണ്ടിൽ മററാരാൾക്കും കണ്ടെത്താനാവാതിരുന്ന സൂക്ഷ്മ

പ്രപഞ്ചം നിരീക്ഷിക്കുവാൻ ആ പ്രതിഭാശാലിക്കു് സാധിച്ചു. ഏകദേശം 200 മടങ്ങുവരെ വലുതാക്കിക്കാണിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മദർശികൾ അദ്ദേഹം നിർമിച്ചു.

> ചോദ്യം: ഒരു സാധാരണ ചുട്ടുറുമ്പിനെ (ചുവന്ന ഉറുമ്പു്) 200 മടങ്ങു് വലുതാക്കിക്കാണുമ്പോൾ അതിനു് എത്ര നീളവും വണ്ണവും ഉണ്ടാവാം?

ഒരു കാര്യം ഇവിടെ ഓർമിക്കുന്നതു കൊള്ളാം. ലേയ്‌വെൻഹുക്കു് ആണു് സൂക്ഷ്മദർശി കണ്ടു പിടിച്ചതെന്നല്ലേ സാധാരണ പറയാറു്? പക്ഷേ ലേയ്‌വെൻഹുക്കു് സൂക്ഷ്മദർശി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനും മുമ്പുതന്നെ ഇററാലിയൻ ഭിഷഗ്വരനായ മാർചെല്ലോ മാൽപീഗി (Marcello Malpighi) സൂക്ഷ്മദർശി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതായി രേഖകളുണ്ടു്. തവളകളുടെ ശ്വാസകോശം നിരീക്ഷിച്ചു പഠിക്കുന്നതിനാണു് മാൽപീഗി സൂക്ഷ്മദർശി ഉപയോഗിച്ചതു്. അതു് 1650കളിൽ ആയിരുന്നു.

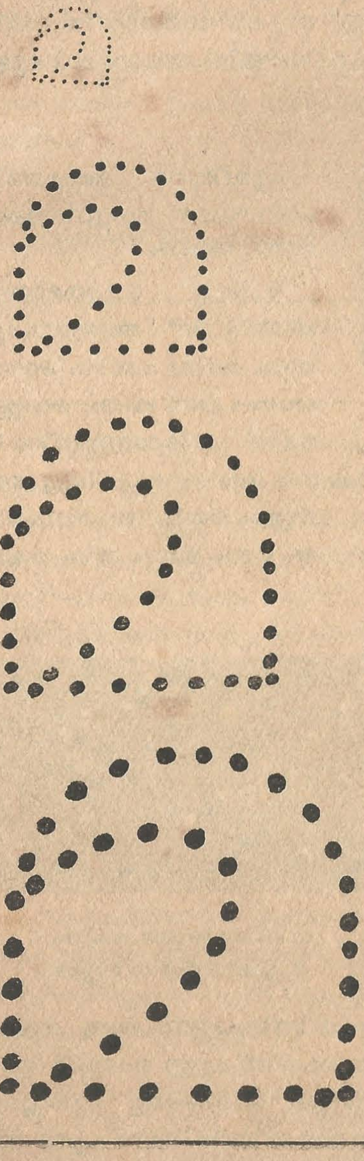


അക്കാലത്തെ സൂക്ഷ്മദർശികൾക്കു് ഒട്ടേറെ പോരായ്മകളുണ്ടായിരുന്നു ഒരു പോരായ്മയെക്കുറിച്ചു് പറയാം. സാധാരണ പ്രകാശത്തിൽ പല നിറങ്ങളില്ലേ. എന്താണു് പല നിറങ്ങൾക്കു് അടിസ്ഥാനമെന്നു് പഠിച്ചു കഴിഞ്ഞതാണല്ലോ. സാധാരണ ലെൻസുകൾക്കു് ഒരു പ്രശ്നമുണ്ടു്. പല നിറങ്ങൾ ചേർന്ന പ്രകാശം ലെൻസിൽ വീണാൽ അവയെ അതു് വേറെ വേറെ ആയി കേന്ദ്രീകരിക്കും. അങ്ങനെ വരുമ്പോൾ ലെൻസിലൂടെ നാം വസ്തുവിനെ നിരീക്ഷിക്കുമ്പോൾ കാണുന്നതു് ഒരു പ്രതിബിംബം ആവില്ല. പകരം ഓരോ നിറം കൊണ്ടും ഓരോ പ്രതിബിംബം. അവ അല്പാല്പം മാറിയ സ്ഥാനങ്ങളിലാവുമ്പോൾ എല്ലാംകൂടി ചേർന്നു് വ്യക്തമായ പ്രതിബിംബം നമുക്കു് കാണാനാവാതെ വരുന്നു. 19-ാം നൂററാണ്ടുവരെ സൂക്ഷ്മദർശികൾക്കു് ഈ പ്രശ്നമുണ്ടായിരുന്നു.

ചോദ്യം: സാധാരണ ലെൻസുകൾ പല നിറങ്ങളിലുള്ള രശ്മികളെ വേറെ വേറെ കേന്ദ്രീകരിക്കുവാൻ കാരണമെന്തു്?

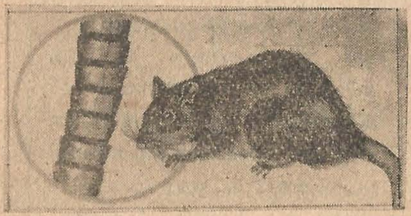
പലതരം ലെൻസുകൾ ചേർത്തുവെച്ചും മററു പല പരിഷ്ക്കാരങ്ങൾ വരുത്തിയും ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങളെല്ലാം ക്രമേണ പരിഹരിക്കപ്പെട്ടു. ആധുനിക സൂക്ഷ്മദർശികളിൽ എന്തെല്ലാം എന്തെല്ലാം സൗകര്യങ്ങളാണുള്ളതു്. ഇഷ്ടാനുസരണം പ്രതിബിംബത്തിൻെറ വലിപ്പം വർധിപ്പിക്കാം; ഫോട്ടോ എടുത്തു സൂക്ഷിക്കാം.

എത്രയൊക്കെ പരിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടാലും പ്രകാശരശ്മികൾ വസ്തുവിൽ തട്ടി വരുന്നതിനെ സ്വീകരിച്ചുവേണമല്ലോ സൂക്ഷ്മദർശി പ്രവർത്തിക്കാൻ. അങ്ങനെ വരുമ്പോൾ ഒരു പ്രശ്നമുണ്ടു്. പ്രകാശതരംഗത്തിൻെറ വലിപ്പത്തെക്കാൾ (തരംഗദൈർഘ്യത്തെക്കാൾ) വളരെ അടുത്തടുത്തുള്ളവയെ സൂക്ഷ്മദർശിക്കു് വേർതിരിച്ചു കാണാനാവില്ല. വയലററ് രശ്മി ഉപയോഗിച്ചാണ് സൂക്ഷ്മദർശിയിലൂടെ നിരീക്ഷിക്കുന്നതെങ്കിൽ പരമാവധി 200 നാനോ മീററർവരെ വേർതിരിച്ചു കാണാനേ ആവൂ. അതും സൂക്ഷ്മദർശിയുടെ മററു മേന്മകളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. വെറും കണ്ണുകൊണ്ടു് വേർതിതിരിച്ചുകാണാനാവുന്നതു് ഏകദേശം 0.1 മിമീ ആണെന്നു് മുമ്പു പറഞ്ഞല്ലോ. അപ്പോൾ 200 നാമീ മാത്രം അകന്നു നില്ക്കുന്ന രണ്ടു സൂക്ഷ്മ ബിന്ദുക്കളെ കണ്ണുകൊണ്ടു് വേർതിരിച്ചു കാണാനാക്കണമെങ്കിൽ സൂക്ഷ്മദർശി എന്തു ചെയ്യണം? 200 നാമീയെ 0.1 മീമി ആയി വർധിപ്പിക്കണം. ഇതു് അത്ര അധികമൊന്നുമല്ല. വെറും 500 മടങ്ങു മാത്രം. പക്ഷേ ഒന്നോർക്കണം; ഇതു് ആ സൂക്ഷ്മ ബിന്ദുക്കളെ കഷ്ടിച്ചൊന്നു വേർതിരിച്ചു കാണാൻ മാത്രമാണു്. വ്യക്തമായി നിരീക്ഷിച്ചു പഠിക്കണമെങ്കിൽ ഇതിലുമൊക്കെ വലുതാക്കി കാണണം. 5000 മുതൽ 10000 മടങ്ങുവരെ വലുതാക്കിക്കാണിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മദർശികൾ ഇന്നുണ്ടു്.



ഇതാ ഈ ചിത്രങ്ങൾ നോക്കൂ. മ എന്ന അക്ഷരമല്ലേ. കുത്തുകൾ കൊണ്ട് അക്ഷരമുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഏററവും മുകളിലത്തെ ചിത്രത്തിലേതിൽ കുത്തുകൾ കഷ്ടിച്ച് തിരിച്ചറിയാം. അടുത്തതിൽ കുത്തുകൾ നന്നായി തിരിച്ചറിയാം. ഇനിയുള്ള ചിത്രങ്ങളിൽ അക്ഷരത്തിനെക്കാൾ പ്രാധാന്യം കുത്തുകൾക്കായിത്തീരുന്നു. ഈ ചിത്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ എന്തെന്ന് അറിയാമോ? എല്ലാം സത്യത്തിൽ ഒന്നുതന്നെയാണ്. ഏററവും മുകളിലുള്ളത് ഏററവും ചെറുത്. നമ്മുടെ കണ്ണുകൊണ്ട് അതിലെ കുത്തുകൾ കഷ്ടിച്ചു വേർതിരിച്ചു കാണാനേ സാധിക്കുന്നുള്ളു. അടുത്തതിൽ കുത്തുകൾ കൂടുതൽ വ്യക്തമാണ്. ഒന്നാം ചിത്രം തന്നെ രണ്ടരമടങ്ങു വലുതാക്കിയതാണ് ഇത്. മൂന്നര മടങ്ങു വലിയ ചിത്രമാണ് അടുത്തുത്. നാലര മടങ്ങു വലുതാക്കിയതാണ് അടുത്തത്. ഏററവും മുകളിലത്തെ ചിത്രത്തെത്തന്നെ 10 മടങ്ങ് ചെറുതാക്കിയാലോ? അക്ഷരം കഷ്ടിച്ചു വായിക്കാനാവും. കുത്തുകൾ വേർതിതിരിച്ചു കാണാനാവില്ല.

സൂക്ഷ്മദർശി ഉപയോഗിച്ചു് സൂക്ഷ്മമായ എന്തും നിരീക്ഷിക്കാം. നിരീക്ഷിക്കാനുള്ളതു് സൂക്ഷ്മദർശിയിൽ ശരിയായി ഉറപ്പിക്കുവാനാവശ്യമായ വിധത്തിൽ തയാറാക്കി എടുക്കണമെന്നു മാത്രം.

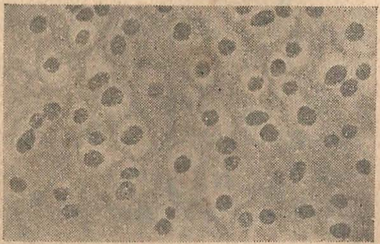


എലിയുടെ രോമം

എലിയുടെ രോമത്തിന്റെ ഘടന മനസ്സിലാക്കണോ, ആവാം.

ചിലതു് വ്യക്തമായിക്കാണുവാൻ അത്യാവശ്യമായ ചില പരിഷ്ക്കാരങ്ങൾ വേണ്ടിവരും. വെള്ളത്തിൽ കിടക്കുന്ന നിറമില്ലാത്ത ഒരു ചെറുതരി നിരീക്ഷിക്കുന്നതിലും എളുപ്പമില്ലേ അതിനു് അല്പം നിറം കൊടുത്താൽ. അതുപോലെ സൂക്ഷ്മദർശിയിലൂടെ രക്തം പരിശോധിക്കുവാനും മററും അല്പം നിറം കൊടുക്കേണ്ടതായിവരും.

രക്തത്തിലെ അണുക്കൾ 200 നാമീയിലും അകന്നു് കാണാമെന്നതു് ഭാഗ്യം. അതുകൊണ്ടാണല്ലോ സാധാരണ പ്രകാശമുപയോഗിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മദർശിയിലൂടെ നിരീക്ഷിച്ചു് രക്താണുക്കളെ എണ്ണാനും മററും സാധിക്കുന്നതു്.



നിറം കൊടുത്ത രക്തം
സൂക്ഷ്മദർശിയിലൂടെ

200 നാമീയിലും അടുത്തു് സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന രണ്ടു സൂക്ഷ്മബിന്ദുക്കളെ വേർതിരിച്ചു കാണണമെങ്കിൽ എന്തു ചെയ്യും? ഉദാഹരണത്തിനു് ഒരു ജല തന്മാത്രയിലെ അണുക്കളെ വെവ്വേറെ കാണണം. അണുക്കൾ എങ്ങനെ അടുക്കിയിരിക്കുന്നു എന്നു നിരീക്ഷിക്കണം. എന്തു ചെയ്യാനാവും? നാം ഇപ്പോൾ വിവരിച്ച

സൂക്ഷ്മദർശി ഉപയോഗിക്കാനാവുമോ? സാധ്യമല്ല. അപ്പോൾ എന്തു ചെയ്യും?

വയലററിനെക്കാൾ വളരെക്കുറഞ്ഞ തരംഗ ദൈർഘ്യമുള്ള തരംഗങ്ങൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തണം. അത്തരം തരംഗങ്ങൾ ഉണ്ടോ?

ഉണ്ടു്.

ഉണ്ടെങ്കിൽ എന്താണു് അവ?

ചോദ്യം:	അൾട്രാ വയലററു് രശ്മികൾ ഉപയോഗിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മ ദർശികൾ ഉണ്ടോ?

ഇതു മനസ്സിലാക്കാൻ നമുക്കു് വീണ്ടും പ്രകാശത്തിൻെറ കാര്യത്തിലേക്കു് മടങ്ങാം. പ്രകാശം എങ്ങനെ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നാണു് പഠിച്ചതു്? കണികകളായിട്ടു്. അതേ സമയം തരംഗങ്ങളായിട്ടും. പ്രകാശത്തിനു് അപ്പോൾ രണ്ടു ഭാവങ്ങളുണ്ടു്. ഒന്നു്—കണികാഭാവം; രണ്ടു്—തരംഗഭാവം. പ്രകാശം കൊണ്ടു് നിഴലുണ്ടാകുന്ന കാര്യം വിശദീകരിക്കുമ്പോൾ നാം പ്രകാശത്തിൻെറ കണികാഭാവം പ്രയോജനപ്പെടുത്തും. മററു പല കാര്യങ്ങളും വിശദീകരിക്കുവാൻ പ്രകാശം തരംഗ രൂപത്തിലുള്ളതാണെന്നു പറയും.

ചോദ്യം:	എന്താണു് നിഴൽ?

പ്രകാശത്തിനു് ഇങ്ങനെ കണികാഭാവവും തരംഗ ഭാവവും ഒരേ സമയം ആവാമെങ്കിൽ ദ്രവ്യ കണങ്ങൾക്കും ഈ ഇരട്ടരൂപം സ്വീകരിച്ചുകൂടെ? അവയ്ക്കും തരംഗരൂപത്തിലും കണികാ രൂപത്തിലും വർത്തിച്ചുകൂടെ?

ചോദ്യം:	ദ്രവ്യ കണങ്ങൾക്കും തരംഗഭാവം ആവാമെന്നു് ആദ്യമായി സമർഥിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആരു്?

ആവാമെന്നാണ് ശാസ്ത്രം തെളിയിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഇലക്ട്രോണും പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും മററും വെറും ദ്രവ്യകണങ്ങൾ മാത്രമല്ല. അവ ദ്രവ്യ തരംഗങ്ങൾ കൂടിയാണ്. അവയുടെ തരംഗദൈർഘ്യങ്ങൾ വളരെ വളരെ കുറവാണെന്നു മാത്രം.

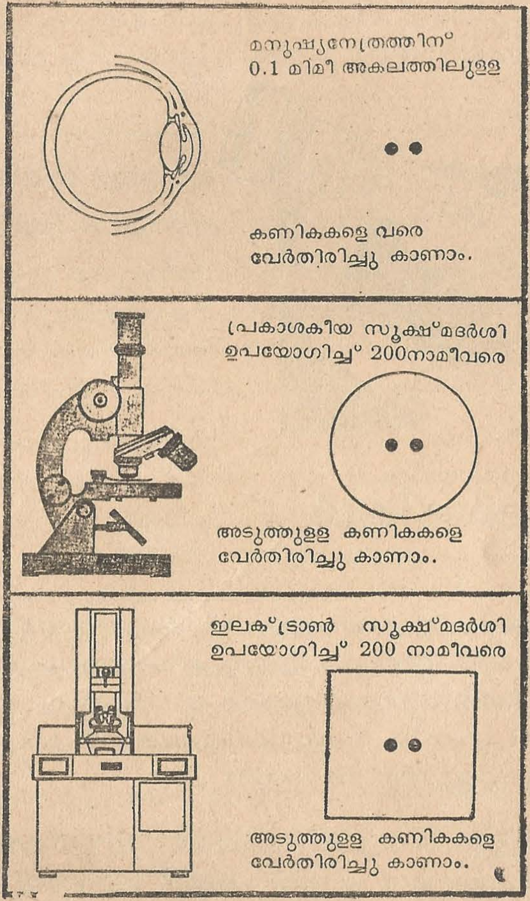
പ്രകാശത്തിൻെറ പതിനായിരത്തിലൊരംശത്തിലും കുറഞ്ഞ തരംഗദൈർഘ്യങ്ങളാവാം ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക്. അപ്പോൾ, പ്രകാശ തരംഗങ്ങളുപയോഗിച്ച് വസ്തുക്കളെ കാണാൻ സാധിക്കുന്നതുപോലെ ഇലക്ട്രോൺ തരംഗങ്ങളുപയോഗിച്ചും വസ്തുക്കളെ കാണരുതോ? ആവാം. കണ്ണുകൊണ്ടു് നേരിട്ട് കാണുവാൻ ഇലക്ട്രോൺ തരംഗങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാനാവില്ല എന്നുമാത്രം.

ചോദ്യം: കണ്ണുകൊണ്ടു് കാണുവാൻ എന്തുകൊണ്ടു് ഇലക്ട്രോൺ തരംഗങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാനാവില്ല?

ഇലക്ട്രോൺ തരംഗങ്ങളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി സൂക്ഷ്മകണങ്ങളെ കാണാനുള്ള ഉപകരണമാണ് ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ് അഥവാ ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശി. ഇത്തരം സൂക്ഷ്മദർശികളുപയോഗിച്ച് 0.5 നാമീയിലും കുറഞ്ഞ അകലത്തിലുള്ള കണങ്ങളെപ്പോലും വേർതിരിച്ചു കാണാനാവും. സൂക്ഷ്മകണങ്ങളെ 25 ലക്ഷത്തിലുമധികം മടങ്ങു വലുതാക്കിക്കാണിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശികൾ ഉണ്ടു്.

ചോദ്യം: പ്രകാശകണത്തിനു് തരംഗഭാവമുണ്ട്. ഇലക്ട്രോണിനുമുണ്ടു് തരംഗഭാവം. പ്രകാശ കണത്തിൻെറ പേരു് ഫോട്ടോൺ. ഫോട്ടോണും ഇലക്ട്രോണും തമ്മിലുള്ള ഏതാനും വ്യത്യാസങ്ങളെഴുതുക.

അങ്ങനെ സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചം കാണുവാൻ കണ്ണുകളും പ്രകാശകീയ സൂക്ഷ്മദർശിയും ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിയും ഉപകരിക്കുന്നു. വളരെ അടുത്തുള്ളവയെ വേർതിരിച്ചു കാണുവാൻ കണ്ണിനും സൂക്ഷ്മദർശികൾക്കും ഉള്ള കഴിവ് അടുത്ത ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു് ശ്രദ്ധിക്കുക.



അങ്ങനെ, സൂക്ഷ്മ പ്രപഞ്ചത്തിലേക്ക് നമ്മുടെ കണ്ണുകളെ നയിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളാണ് സൂക്ഷ്മദർശികൾ. പരമാണുക്കളെപ്പോലും വേർതിരിച്ചു കാണാനാവുന്ന സൂക്ഷ്മദർശികൾ നമുക്ക് നിർമിച്ച് ഉപയോഗിക്കാൻ സാധിച്ചിരിക്കുന്നു എന്ന കാര്യം ഓർമിക്കുക.

9. ദൂരദർശികൾ

നിങ്ങൾ വിമാനത്താവളത്തിൽ പോയിട്ടുണ്ടോ? വിമാനം ഉയരുന്നതു കണ്ടിട്ടുണ്ടോ? നിലത്തു കിടക്കുമ്പോൾ എന്തു വലിപ്പം! പറന്നുയരുമ്പോഴോ? ദൂരേക്കു പോകുന്തോറും ചെറുതായി ചെറുതായി കാണുന്നു. ചെറുതായി ചെറുതായി, ഒരു പൊട്ടായി, അവസാനം കണ്ണിൽനിന്നു മറയുന്നു.

ദൂരെയുള്ളവ ചെറുതായി കാണുന്നു. വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം കൂടുന്തോറും അതിനെ കൂടുതൽ കൂടുതൽ ചെറുതായിക്കാണുന്നു. കാണുന്ന വലിപ്പം വർധിപ്പിച്ചു കാണുവാനുള്ള ഉപകരണമാണ് ദൂരദർശി. വസ്തുവിന്റെ യഥാർഥ വലിപ്പത്തിനെക്കാൾ വലുതാക്കിക്കാണാനല്ല. ഇപ്പോൾ കാണുന്നതിനെ അപേക്ഷിച്ച് വലുതാക്കിയിട്ട്, അത്രമാത്രം. എന്നുപറഞ്ഞാൽ, വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം കുറച്ചു കാണുന്നതിനു തുല്യം. അതുകൊണ്ടാണ് പൊതുവെ പറയാറുള്ളത്, അകലെയുള്ള വസ്തുക്കളെ അടുത്തു കാണിക്കുവാനുള്ളതാണു ദൂരദർശി, അല്ലാതെ വലുതാക്കിക്കാണിക്കുവാനുള്ളതല്ല, എന്ന്.

ചോദ്യം: ഭൂമിയിൽനിന്നു നോക്കുമ്പോൾ സൂര്യനും ചന്ദ്രനും ഏകദേശം ഒരേ വലിപ്പത്തിലാണു കാണപ്പെടുന്നത്. അവയുടെ വലിപ്പങ്ങളും ദൂരങ്ങളും എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?

ദൂരദർശികൾ രണ്ടുതരം

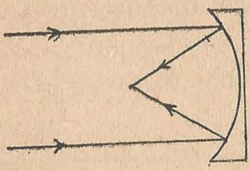
എന്താണ് ഒരു ദൂരദർശി ചെയ്യേണ്ടതു് ?

ദൂരെയുള്ള വസ്തുവിൽ നിന്നു വരുന്ന പ്രകാശത്തെ കേന്ദ്രീകരിച്ച് വസ്തുവിൻെറ ഒരു പ്രതിബിംബമുണ്ടാക്കണം. വസ്തു വളരെയേറെ ദൂരെയാകയാൽ ഈ പ്രതിബിംബം വളരെ വളരെ ചെറുതായിരിക്കും. ഇതിനെ വലുതാക്കിക്കാണിക്കണം.

അങ്ങനെ ദൂരദർശിക്ക് പ്രധാനമായും രണ്ടു ഭാഗങ്ങളാണുള്ളതു്. ഒന്ന് വസ്തുവിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശത്തെ അഥവാ രശ്മികളെ കേന്ദ്രീകരിച്ച് ആദ്യ പ്രതിബിംബം ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ളതു്. ഈ ഭാഗത്തിന് അഭിദൃശ്യകം (objective) എന്നാണു പേരു്. അഭിദൃശ്യകം കൊണ്ട് ഉണ്ടാകുന്ന പ്രതിബിംബത്തെ വസ്തുവായെടുത്തു് അതിനെ വലുതാക്കിക്കാണിക്കുവാനുള്ളതാണ് രണ്ടാമത്തെ ഭാഗം. അപ്പോൾ നാം അവസാനമായി വസ്തുവിൻെറ പ്രതിബിംബം കാണുന്നതു് ഇതിലൂടെയാണ്. ഇതിനു് നേത്രിക (eyepiece) എന്നാണു പേരു്.

വിദൂര വസ്തുവിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശത്തെ കേന്ദ്രീകരിച്ച് പ്രതിബിംബമുണ്ടാക്കുവാനാണല്ലോ അഭിദൃശ്യകം. അഭിദൃശ്യകം രണ്ടുവിധത്തിലാകാം.

ഒന്ന്: ഒരു ഉത്തല ലെൻസ് ഉപയോഗിച്ച്. ഒരു ലെൻസു മാത്രം ഉപയോഗിച്ചാൽ മുമ്പു പറഞ്ഞതുപോലെ പല നിറങ്ങൾക്ക് പല പ്രതിബിംബങ്ങളുണ്ടാവാൻ സാധ്യതയുള്ളതിനാൽ ഒരു ലെൻസ് വ്യൂഹംതന്നെ ഉപയോഗിക്കാം. രണ്ടായാലും പ്രകാശരശ്മികളുടെ അപഭംഗത്തിലൂടെയാണ് പ്രതിബിംബമുണ്ടാകുന്നതു്. ഇത്തരം അഭിദൃശ്യകം ഉപയോഗിക്കുന്ന ദൂരദർശിക്ക് അപവർത്തക ദൂരദർശി (refracting telescope) എന്നു പറയുന്നു.



രണ്ട്: ഒരു അവതല ദർപ്പണം ഉപയോഗിച്ച് വസ്തുവിൽ നിന്നുള്ളരശ്മികളെ കേന്ദ്രീകരിക്കാം. അഭിദൃശ്യകമായിട്ട് പ്രകാശരശ്മികളെ പ്രതിഫലിപ്പിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ദർപ്പണം ഉപയോഗിക്കുന്ന ദൂരദർശിക്ക് പ്രതിഫലന ദൂരദർശി (reflecting telescope) എന്നു പറയുന്നു.

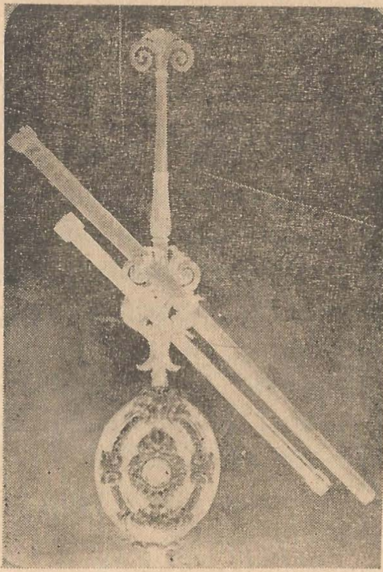
ചോദ്യം: പ്രകാശം കേന്ദ്രീകരിക്കുവാനായി എന്തുകൊണ്ട് ഉത്തല ദർപ്പണം ഉപയോഗിച്ചു കൂടാ?

ആരംഭം

ദൂരദർശി കണ്ടു പിടിച്ചതു് ആരാണെന്നു ചോദിച്ചാൽ നിങ്ങൾ എന്താണ് ഉത്തരം പറയുക? ഗലീലിയോ ഗലീലി എന്ന്, അല്ലേ? ഒരർഥത്തിൽ ശരിയാണ്. ആകാശ ഗോളങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുവാനുള്ള ഉപാധി എന്ന നിലയിൽ ആദ്യമായി ദൂരദർശി ഉണ്ടാക്കി ഉപയോഗിച്ചതു് ഗലീലിയോ ആയിരുന്നു. പക്ഷേ, ദൂരദർശി എന്ന ഉപകരണം ആദ്യം ഉണ്ടാക്കിയതു് ഗലീലിയോ ആയിരുന്നില്ല. അപവർത്തക ദൂരദർശി കണ്ടുപിടിച്ചതു് ഡച്ചുകാരനായ ഹാൻസ് ലിപ്പേഴ്സ്‌ലി ആയിരുന്നു. കണ്ണാടയുണ്ടാക്കലായിരുന്നു അയാളുടെ തൊഴിൽ.

രണ്ടു കിലോമീററിലധികം ദൂരെയുള്ള ഒരാളെ അടുത്തു കാണുവാൻ ഉതകുന്ന ഒരു ഉപകരണം നിർമിച്ച് ഫ്ളാൻഡേഴ്സിലെ മോറീസ് പ്രഭുവിന് ആരോ സമ്മാനിച്ചതായി ഗലീലിയോ കേൾക്കാനിടയായി. എന്തുകൊണ്ടു് അത്തരം ഒരുപകരണം നിർമിച്ച് ഗ്രഹങ്ങളേയും നക്ഷത്രങ്ങളേയും നിരീക്ഷിക്കുവാൻ ഉപയോഗിച്ചുകൂടാ എന്നു് ഗലീലിയോ ചിന്തിച്ചു. അതിനു് യോജിച്ച രീതിയിൽ ഗലീലിയോ ഒരു ദൂരദർശി ഉണ്ടാക്കി. മുമ്പുണ്ടാക്കിയിരുന്നതിന്റെ ഈച്ചക്കോപ്പി ആയിരുന്നില്ല ഇതു്. ഗലീലിയോ സ്വന്തമായി ആലോചിച്ച്, ലഭ്യമായിരുന്ന പുസ്ത

കങ്ങൾ വായിച്ച്, തത്വം കണ്ടെത്തി, പുതുതായി നിർമിക്കുകയായിരുന്നു.



ഗലീലിയോയുടെ ദൂരദർശി.

ഗലീലിയോയുടെ ദൂരദർശിയിലെ അഭിദൃശ്യകത്തിന് 5.1 സെൻറീമീററർ വ്യാസമുണ്ടായിരുന്നു. വസ്തുവിൻെറ കാണുന്ന വലിപ്പത്തെ ഏതാണ്ട് മുപ്പതു മടങ്ങുമാത്രം വലുതാക്കിക്കാണിക്കുവാനേ അതിനു കഴിയുമായിരുന്നുള്ളു. പക്ഷേ, അതുപയോഗിച്ച് ഗലീലിയോ പുതുതായി പലതും നിരീക്ഷിച്ചു. ചന്ദ്രനിലെ പർവതങ്ങൾ കണ്ടു. ശുക്രൻെറ വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങൾ കണ്ടു. വ്യാഴത്തിൻെറ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ കണ്ടു. ശനിയുടെ വലയങ്ങൾ കണ്ടു. സൂര്യനിലെ കറുത്ത അടയാളങ്ങൾ കണ്ടു. ആകാശഗംഗയുടെ നക്ഷത്രഘടന കണ്ടു. ഗലീലിയോയുടെ നിരീക്ഷണങ്ങൾ പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചുള്ള വിജ്ഞാനം പല മടങ്ങു വികസിപ്പിച്ചു. ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിൻെറ വളർച്ചയിലെ ഒരു ഗംഭീര കുതിച്ചുചാട്ടമായിരുന്നു ഗലീലിയോ ദൂരദർശിയിലൂടെ സാധ്യമാക്കിയതു്.

രശ്മികളെ പ്രതിഫലിപ്പിച്ച് കേന്ദ്രീകരിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രതിഫലന ദൂരദർശി ആദ്യമായി ഉണ്ടാക്കിയത് ഐസക് ന്യൂട്ടനായിരുന്നു. 2.5 സെ മീ വ്യാസമുള്ള ദർപ്പണമാണ് ന്യൂട്ടൺ ഉപയോഗിച്ചത്. 38 മടങ്ങ് വലുതാക്കിക്കാണിക്കുവാനുള്ള കഴിവ് ആ ചെറിയ ദൂരദർശിക്ക് ഉണ്ടായിരുന്നു.

പ്രതിഫലന ദൂരദർശിയുടെ മേൻമ

ദൂരെ ദൂരെ ദൂരെയുള്ളവയെ നിരീക്ഷിക്കാനാണ് ദൂരദർശികൾ. നക്ഷത്രങ്ങളേയും ഗ്രഹങ്ങളേയും ഗ്യാലക്സികളേയും മററുമാണ് നിരീക്ഷിക്കേണ്ടത്. അവ വളരെ വളരെ വലിയവയാണ്. പക്ഷേ അവയിലേക്കുള്ള ദൂരം വളരെ വളരെ വളരെ അധികമായതുകൊണ്ട് അവ വളരെ വളരെ വളരെ ചെറുതായാണ് കാണുക. കൂടുതലും കണ്ണുകൊണ്ട് നേരിട്ട് കാണാനാവാത്തത്ര അകലെയാണ്. കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാനാവശ്യമായ അളവിൽ പ്രകാശം കണ്ണിലെത്താത്തതുകൊണ്ടാണല്ലോ കാണാൻ സാധിക്കാത്തത്. അപ്പോൾ, കാണണമെങ്കിൽ എന്തു വേണം? വസ്തുവിൽനിന്നു പ്രസരിക്കുന്ന കൂടുതൽ പ്രകാശം കണ്ണിലെത്തിക്കണം. അതെങ്ങനെ സാധിക്കാം? അതിന് ദൂരദർശിയിൽ കഴിയുന്നത്ര വലിയ അഭിദൃശ്യകം ഉപയോഗിക്കുന്നു. അഭിദൃശ്യകത്തിൻെറ വലിപ്പം എത്രയും കൂടുന്നുവോ അത്രയും നല്ലത്. പക്ഷേ എത്ര വലുതാക്കാനാവും?

അപവർത്തക ദൂരദർശിയുടെ കാര്യം പരിശോധിക്കാം. ലെൻസാണ് അഭിദൃശ്യകം. ലെൻസിൻെറ വലിപ്പം കൂട്ടുന്നതിനനുസരിച്ച് അതിൻെറ കനവും വർധിപ്പിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ സ്വന്തം ഭാരം താങ്ങാനുള്ള ശേഷിതന്നെ അതിന് ഇല്ലാതാകും. ലെൻസ് ഒടിഞ്ഞു പൊട്ടിവീഴും. അങ്ങനെ ലെൻസിൻെറ വ്യാസം വർധിപ്പിക്കുമ്പോൾ ലെൻസിൻെറ മൊത്തം വലിപ്പം തന്നെ കൂടുന്നു. അപ്പോൾ പ്രകാശ രശ്മികൾ ലെൻസിലൂടെ കടന്നുപോകാനുള്ള ദൂരം കൂടും. എത്ര തെളിമയുള്ള സ്ഫടികമായാലും അതിലൂടെ പ്രകാശം കടന്നു പോകുമ്പോൾ ഒരുഭാഗം അതിൽ നഷ്ടപ്പെടും. പ്രകാശ രശ്മികൾ സഞ്ചരിക്കേണ്ട ദൂരം കൂടുമ്പോൾ ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്ന നഷ്ടവും ഏറും. ലെൻസിനുള്ളിൽത്ത

ന്നെ നഷ്ടപ്പെടുമെങ്കിൽ കൂടുതൽ പ്രകാശം സ്വീകരിച്ചിട്ട് ഫല മില്ലല്ലോ. അതുകൊണ്ട് അപവർത്തക ദൂരദർശിയിലെ അഭി ദൃശ്യകം അധികം വലുതാക്കാനാവില്ല.

പ്രതിഫലന ദൂരദർശിയിൽ ഈ പ്രശ്നമില്ല. കാരണം ദർപ്പണത്തിനായി ഉപയോഗിക്കുന്ന പദാർഥത്തിനുള്ളിൽക്കൂടി പ്രകാശത്തിനു പോകേണ്ടതില്ല. ദർപ്പണത്തിൻെറ പ്രതലത്തിൽ തട്ടി പ്രതിഫലിച്ചാൽ മതി. അതുകൊണ്ട് ദർപ്പണത്തിൻെറ വലിപ്പം കൂട്ടുന്നതുകൊണ്ട് ഗുണമല്ലാതെ ദോഷമില്ല. അതുകൊണ്ട് ഏററവും വലിയ ദൂര ദർശികളെല്ലാം തന്നെ പ്രതിഫലന തത്വമുപയോഗിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്നവയാണ്.

ഏററവും വലിയ ദൂരദർശികൾ

ഏതാനും വർഷം മുമ്പുവരെ ലോകത്തിലെ ഏററവും വലിയ ദൂരദർശി അമേരിക്കയിലുള്ള പലോമർ പർവതത്തിലെ (Mount Palomar) നിരീക്ഷണ നിലയത്തിലേത് ആയിരുന്നു. അതി ൻെറ അഭിദൃശ്യകത്തിൻെറ വ്യാസം 200 ഇഞ്ച് (5.08 മീററർ) ആണ്. പ്രകാശം സ്വീകരിക്കാനുള്ള അഭിദൃശ്യക വിസ്താരം 20 ചതുരശ്ര മീറററിലധികമാണെന്ന് അർഥം. കണ്ണുകൊണ്ടു കാ ണുന്നതിൻെറ ഏതാണ്ട് പത്തു ലക്ഷം മടങ്ങ് വർധിച്ച തിള ക്കത്തിൽ ഈ ദൂരദർശിയിലൂടെ നക്ഷത്രത്തെ കാണാനാവും.

ഇന്ന് ലോകത്തുള്ളതിൽ ഏററവും വലിയ ദൂരദർശി സോ വിയററ് യൂണിയനിലാണ്. 236 ഇഞ്ച് (6 മീററർ) വ്യാസമു ള്ളതാണ് ഇത്.

പ്രകാശമുപയോഗിക്കാതെ....

സൂക്ഷ്മദർശികൊണ്ട് ഒരു വസ്തുവിനെ കാണുന്നതെങ്ങ നെയാണ്. ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രകാശ സ്രോതസ്സിൽനിന്നുള്ള പ്രകാശം വസ്തുവിൽത്തട്ടി അതിൽനിന്നു പ്രതിഫലിക്കുന്ന പ്ര കാശമാണ് സൂക്ഷ്മദർശി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നത്. ഇലക് ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിയാണെങ്കിൽ, പ്രകാശത്തിനു പകരം ഇ ലക്ട്രോണുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു എന്നു മാത്രം.

പക്ഷേ ആകാശ ഗോളങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിനുപയോ ഗിക്കുന്ന ദൂരദർശിയുടെ പ്രവർത്തനമോ? ദൂരദർശി ഉപയോഗി

ച്ച നിരീക്ഷിക്കുന്നതു് അധികവും നക്ഷത്രങ്ങളും, നക്ഷത്രങ്ങൾ ചേർന്ന ഗ്യാലക്സികളും നെബ്യുളകളുമാണ്. അവയെല്ലാം സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്നവയാണ്. അപ്പോൾ അവയെ നിരീക്ഷിക്കാൻ അവയിൽത്തന്നെ ഉണ്ടായി പ്രസരിക്കുന്ന പ്രകാശം മതി. അപ്പോൾ ദൂരദർശി പ്രവർത്തിക്കുന്നതു് നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം സ്വീകരിച്ചാണ്; അതായതു് നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തുവിൽനിന്നു തന്നെയുള്ള പ്രകാശം സ്വീകരിച്ചാണ്.

ഗ്രഹങ്ങളുടെയും ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെയും മററും കാര്യത്തിൽ മാത്രം മാററമുണ്ടു്. അവ സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്നില്ലല്ലോ. അവയെ നിരീക്ഷിക്കുന്നതു് സൂര്യപ്രകാശം അവയിൽ വീണ് പ്രതിഫലിക്കുമ്പോഴാണ്.

നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കൾ—നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ്യാലക്സികളും മററും—പ്രകാശരശ്മികൾ മാത്രമാണോ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നതു്? അല്ല, നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നും ഗ്യാലക്സികളിൽ നിന്നുമെല്ലാം മററു പല തരത്തിലുമുള്ള വികിരണങ്ങൾ പ്രസരിക്കുന്നുണ്ടു്. പലതിൽ നിന്നും ധാരാളം എക്സ് രശ്മികൾ പ്രസരിക്കുന്നു. പലതിൽ നിന്നും പ്രകാശത്തെക്കാളധികം ഇൻഫ്രാറെഡ് പ്രസരിക്കുന്നു. പലതിൽനിന്നും ഗാമാ രശ്മികൾ പ്രസരിക്കുന്നു. പലതിൽനിന്നും റേഡിയോതരംഗങ്ങൾ പ്രസരിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ഇവയെ സ്വീകരിച്ചു ദൂരദർശികൾക്കു പ്രവർത്തിക്കരുതോ? ആവാം. പ്രകാശം സ്വീകരിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്ന ദൂരദർശികൾ പോരാ എന്നു മാത്രം. എന്തു തരം വികിരണമാണോ സ്വീകരിക്കേണ്ടതു് അതിനു് അനുയോജ്യമായ ദൂരദർശി ആവണം.

സൂക്ഷ്മദർശിയിൽ നിരീക്ഷിക്കുന്ന വസ്തുവിൻെറ ഫോട്ടോയെടുക്കുവാനുള്ള സൗകര്യവും ഉണ്ടാവാറുണ്ടു് എന്നു പറഞ്ഞല്ലൊ. ദൂരദർശിയുടെ കാര്യത്തിലും ഇതു ശരിയാണ്. ദൂരദർശിയോടു ഘടിപ്പിച്ച പ്രത്യേക ക്യാമറാ സംവിധാനങ്ങൾ ആകാശഗോളങ്ങളുടെ വ്യക്തമായ ചിത്രങ്ങളെടുക്കുവാൻ സൗകര്യം നല്കുന്നു. അങ്ങനെ ശനിയുടെയും വ്യാഴത്തിൻെറയും മററു ഗ്രഹങ്ങളുടെയുമെല്ലാം ഫോട്ടോ എടുത്തിട്ടുണ്ടു്. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഫോട്ടോ എടുത്തിട്ടുണ്ടു്. ഗ്യാലക്സികളുടെ ഫോട്ടോ എടുത്തിട്ടുണ്ടു്.

അൾട്രാവയലററ് രശ്മികളെ മാത്രം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ഫോട്ടോ എടുത്തിട്ടുണ്ട്. എക്സ്‌രശ്മികളിലുള്ള ഫോട്ടോ എടുത്തിട്ടുണ്ട്. ഇൻഫ്രാറഡ് രശ്മികളിലുള്ള ഫോട്ടോ എടുത്തിട്ടുണ്ട്.

ഒരേ ആകാശഗോളത്തിൻെറ ഫോട്ടോതന്നെ വിവിധ വികിരണ മേഖലകളിലെടുത്താൽ അതിൻെറ കൂടുതൽ വിശദമായ പഠനം സാധ്യമാകുന്നു.

റേഡിയോ ദൂരദർശി

ആകാശഗോളങ്ങളിൽ നിന്നു് റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ പ്രസരിക്കുന്നുണ്ടെന്നു് ആദ്യമായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടതു് 1931ൽ ആയിരുന്നു. ബെൽ ടെലഫോൺ ലബോറട്ടറിയിലെ കാൾ ജി. ജാൻസ്കിയായിരുന്നു അന്നു് ആദ്യമായി അതു കണ്ടെത്തിയതു്. അതു് റേഡിയോ ജ്യോതിശാസ്ത്രം എന്ന പേരിൽ ഒരു പുതിയ ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിനു തന്നെ തുടക്കം കുറിച്ചു.

പ്രകാശവും അൾട്രാവയലററും ഇൻഫ്രാറഡും മററുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ, റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുടെ തരംഗദൈർഘ്യം വളരെ വളരെ കൂടുതലാണ്. സെൻറീമീററിലും മീററിലും മററുമാണ് റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുടെ ദൈർഘ്യം പറയുന്നതു്.

റേഡിയോ നിലയങ്ങളിൽ നിന്നു് പരിപാടികൾ പ്രക്ഷേപണം ചെയ്യുന്നതു് റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാണ്. റേഡിയോ തരംഗങ്ങളെ സ്വീകരിച്ച് വൈദ്യുതിയാക്കി മാററാനാണ് നാം റേഡിയോയിലേക്കു് ഒരു 'ഏരിയൽ' ഘടിപ്പിക്കുന്നതു്. ഒരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ റേഡിയോ നിലയത്തിലെ പ്രക്ഷേപണ ഏരിയലിനെ നമ്മുടെ റേഡിയോയുടെ ഏരിയൽ റേഡിയോ തരംഗങ്ങളിലൂടെ കാണുകയാണു ചെയ്യുന്നതു്.

ചോദ്യം: കോഴിക്കോട്, തൃശ്ശൂർ, ആലപ്പുഴ, തിരുവനന്തപുരം എന്നീ നിലയങ്ങളിൽ നിന്നു പ്രക്ഷേപണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന റേഡിയോ തരംഗത്തിൻെറ തരംഗദൈർഘ്യം ഏതെല്ലാം?

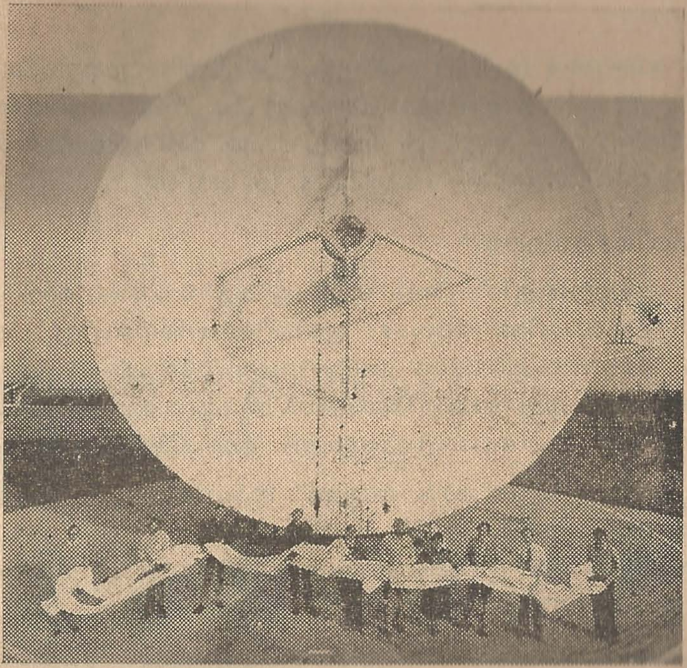
റേഡിയോയ്ക്കു് ഉപയോഗിക്കുന്ന ഏരിയൽ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടില്ലേ? ടെലിവിഷന് മറെറാരുതരം ഏരിയൽ. ഇവ എല്ലാം റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ സ്വീകരിക്കാനുള്ളവ തന്നെ. നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നും ഗ്യാലക്സികളിൽ നിന്നും മററും വരുന്ന വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിലുള്ള റേഡിയോ തരംഗങ്ങളെ സ്വീകരിച്ച് അവയുടെ പ്രത്യേകതകൾ പഠിക്കാനുള്ള സംവിധാനമാണ് റേഡിയോ ദൂരദർശി.

റേഡിയോയിലും ടെലിവിഷനിലും മററും ഉപയോഗിക്കുന്നതിനു് ഏരിയൽ എന്നു പറയാറുണ്ടെങ്കിലും ആൻറന എന്ന പ്രയോഗമാണ് കൂടുതൽ നന്നു്. അതാണ് ശാസ്ത്ര സാങ്കേതിക മേഖലകളിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന പദം.

റേഡിയോ സ്റ്റേഷനിൽ നിന്ന് നമ്മുടെ റേഡിയോയിലെത്തുന്ന തരംഗങ്ങളെക്കാൾ വളരെ വളരെ ശക്തി കുറഞ്ഞതാണ് നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നും ഗ്യാലക്സികളിൽ നിന്നുമെല്ലാം വരുന്നതു്. തരംഗ ദൈർഘ്യങ്ങൾക്കും മാററമുണ്ടു്. എല്ലാം ചേർന്നു്, റേഡിയോ-ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ആന്റനയ്ക്കു് വളരെക്കൂടുതൽ വലിപ്പം ആവശ്യമാക്കിത്തീർക്കുന്നു. ഏരിയലുകളുടെ ഒരു നിരതന്നെ പലപ്പോഴും ആവശ്യമായി വരുന്നു.

റേഡിയോ തരംഗങ്ങളാണെങ്കിലെന്ത്? വരുന്നതു് അതിവിദൂരമായ വസ്തുക്കളിൽ നിന്നല്ലേ. അപ്പോൾ എത്രയോ കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാത്രമാണ് ആന്റനയിൽ എത്തുന്നതു്. പ്രകാശകീയ ദൂരദർശിയുടെ കാര്യത്തിലെന്നപോലെ, ആവുന്നത്ര കൂടുതൽ തരംഗങ്ങൾ സ്വീകരിച്ചാൽ വസ്തുവിനെ കൂടുതൽ നന്നായി 'കാണുവാൻ' സാധിക്കും. അതിനായി, റേഡിയോ ദൂരദർശിയിലും തരംഗങ്ങളെ പ്രതിഫലിപ്പിച്ച് കേന്ദ്രീകരിക്കുവാനുള്ള സംവിധാനം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. ഇവ പ്രകാശകീയ ദൂരദർശികളിൽ (പ്രകാശം സ്വീകരിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്നവ) ഉപയോഗിക്കുന്ന പ്രതിഫലകങ്ങളെക്കാൾ വളരെ വലുതാവും.

പ്രകാശകീയ ദൂരദർശി ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടെത്തുവാൻ സാധിക്കാതിരുന്ന പല പുതിയ വസ്തുക്കളും കണ്ടെത്തുവാൻ റേഡിയോ ദൂരദർശി കാരണമായി. ക്വാസാറുകൾ കണ്ടെത്തിയതു്



ഒരു റേഡിയോ ദൂരദർശി. എത്ര വലുതാണെന്നു ശ്രദ്ധിക്കൂ. വലിപ്പം താരതമ്യപ്പെടുത്തുവാനാണ് ഒപ്പം ആളുകളെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്.

അങ്ങനെയാണ്. പൾസാറുകൾ കണ്ടെത്തിയതു് അങ്ങനെയാണ്.

ക്വാസാർ (quasar) എന്നതു് ഇംഗ്ലീഷ് പ്രയോഗമാണ്. Quasi stellar radio sources എന്നതു ചുരുക്കിയാണ് ക്വാസാറായതു്. പലതുകൊണ്ടും അവ നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പോലെയാണ്. എന്നാൽ, പലതുകൊണ്ടും അവ നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പോലെയല്ല. ഒററ നക്ഷത്രങ്ങളല്ല; ഗ്യാലക്സിയുമല്ല. ഏറെക്കുറെ നക്ഷത്രത്തെപ്പോലെ എന്നു് അർത്ഥം വരുന്നതാണ് 'ക്വാസി സ്റ്റെല്ലാർ' എന്ന പ്രയോഗം. റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്ക

ന്നതിനാലാണ് 'റേഡിയോ സോഴ്സസ്' എന്ന പ്രയോഗി ക്കുന്നത്.

പൾസാർ (pulsar) എന്നതും ഇംഗ്ലീഷ് പ്രയോഗമാണ്. pulsating star എന്നതിൻെറ ചുരുക്കരൂപം. നക്ഷത്രത്തെപ്പോ ലെതന്നെ; നക്ഷത്രങ്ങൾ തന്നെ. പക്ഷേ അവയിൽനിന്നു രശ്മികൾ വരുന്നതു് സ്പന്ദങ്ങളായിട്ട് (pulses) ആണ്.

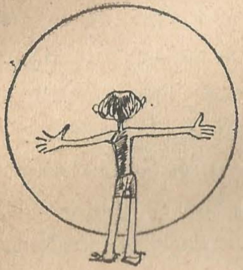
ബഹിരാകാശത്ത്

നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നും ഗ്യാലക്സികളിൽനിന്നും മററും വരു ന്ന എല്ലാ വികിരണങ്ങൾക്കും ഭൂമിയിലെത്താനാവില്ല. കുറെ വികിരണങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽവച്ച് നഷ്ടപ്പെടും. അങ്ങനെ നഷ്ടപ്പെടാതിരിക്കണമെങ്കിൽ എന്തു വേണം? അന്തരീ ക്ഷത്തിനും മീതെ പോയി നോക്കണം. അതെങ്ങനെ സാധിക്കും?

അതിനു് ഇന്നു് മാർഗങ്ങളുണ്ടു്. ബഹിരാകാശ ഗവേഷണം അതു സാധ്യമാക്കി. 1957–ൽ ആദ്യമായി റഷ്യ ഉപഗ്രഹം വി ക്ഷേപിച്ചതോടെ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ ജ്യോതിശാസ്ത്ര പഠനങ്ങൾക്കാ യി ഉപയോഗിക്കാമെന്നു വന്നു.

ചോദ്യം: സോവിയററ് യൂണിയൻ ആദ്യമായി വിക്ഷേ പിച്ച ഉപഗ്രഹത്തിൻെറ പേരു് എന്തു്?

ഇന്നു് ബഹിരാകാശത്തു് പരീക്ഷണശാലകളുണ്ടു്. നിരീ ക്ഷണ നിലയങ്ങളുണ്ടു്. വളരെ വലിയ ദൂരദർശികൾ ഭൂമിയെ ചുററിക്കറങ്ങിക്കൊണ്ടു് വിദൂര നക്ഷത്രങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുന്നു. എക്സ് രശ്മികളെ മാത്രം സ്വീകരിച്ചു പഠിക്കുന്നവയുണ്ടു്. റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾക്കു പ്രാധാന്യം കൊടുക്കുന്നവയുണ്ടു്. ഇതൊന്നും കൂടാതെ, നിരീക്ഷണോപകരണങ്ങളുമായി വിദൂര ഗ്രഹങ്ങളിൽ ചെന്നെത്തുന്നു. സൗരയൂഥം വിട്ടു് പുറത്തേക്കു പോ കുന്നു. മനുഷ്യൻ കൂടുതൽ കൂടുതൽ പഠിക്കുന്നു. കൂടുതൽ കൂടുതൽ അറിയുന്നു. അറിവിൻെറ ചക്രവാളം വികസിച്ചുകൊണ്ടേ ഇരി ക്കുന്നു.



10. വലുതിൽ ചെറുതും ചെറുതിൽ വലുതും

വലിപ്പത്തിൽ,
ദ്രവ്യമാനത്തിൽ,
സമയത്തിൽ,
അങ്ങനെ എല്ലാററിലും
എന്തെന്തെല്ലാം വൈവിധ്യങ്ങൾ.
വൈവിധ്യങ്ങളുടെ സമ്മേളനമാണ് പ്രപഞ്ചം.

വൈവിധ്യങ്ങളുടെ ഈ മഹാസാഗരത്തിൽ മനുഷ്യന്റെ സ്ഥാനം എന്താണ്?

വലിപ്പംകൊണ്ടു ശരാശരി.
ദ്രവ്യമാനംകൊണ്ടു ശരാശരി.
ആയുസ്സുകൊണ്ടു ശരാശരി.

അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ അതിഭീമൻ. സ്ഥൂലങ്ങളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാലോ, നിസ്സാരൻ. വലിയവയിൽ ചെറുതും ചെറിയവയിൽ വലുതുമാണ് മനുഷ്യൻ.

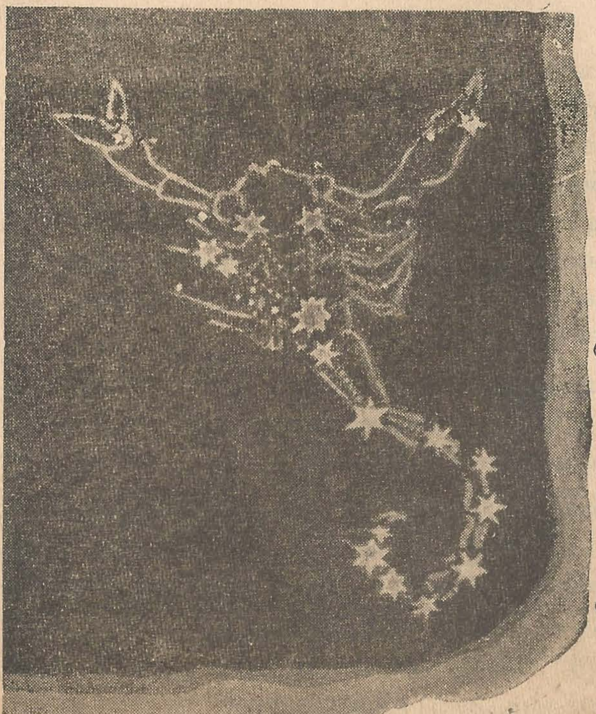
ഈ താരതമ്യത്തിൽനിന്ന് നാമെന്തു മനസ്സിലാക്കണം?
മനുഷ്യൻ അതിഭീമനാണെന്നുകരുതി അഹങ്കരിക്കണോ?
നിസ്സാരനെന്നുകരുതി ലജ്ജിക്കണോ?

ഇതു രണ്ടുമല്ല ആവശ്യം.

ചെറുതിൽ ചെറുതും വലുതിൽ വലുതും കണ്ടെത്താനും നിരീക്ഷിക്കാനും മനസ്സിലാക്കാനുമുള്ള നമ്മുടെ കഴിവിൽ നമുക്ക് അഭിമാനമുണ്ടാവണം. അതു പക്ഷേ, അഹങ്കാരമാവരുതു്. എല്ലാററിൻേറയും നിയന്ത്രണം മനുഷ്യൻെറ കരങ്ങളിലോ തലച്ചോറിലോ ആണെന്നു് അഹങ്കരിച്ച് വിവേകം വെടിയരുതു്.

എല്ലാം മനസ്സിലാക്കണം. പരസ്പരബന്ധങ്ങൾ പഠിക്കണം. പരസ്പര ബന്ധത്തിലൂടെയാണ് നിലനില്പ് എന്ന മഹാസത്യം അംഗീകരിക്കണം. അതനുസരിച്ചുവേണം നമ്മുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ. അല്ലെങ്കിൽ, അപകടമാവും ഫലം.

നല്ലതിൽനിന്നു് നല്ലതിലൂടെ നല്ലതിലേക്കു വളരുവാൻ പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവിനെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തണം. എങ്കിൽ മാത്രമേ മനുഷ്യൻ മനുഷ്യനാകൂ.



ചെറുതിൽ ചെറുതും വലുതിൽ വലുതും

പി. ആർ. മാധവപ്പണിക്കർ

അതിസൂക്ഷ്മകണങ്ങൾ മുതൽ
ഗ്യാലക്സികൾ വരെയുള്ള പ്രപഞ്ചഭാഗങ്ങളെ
ലളിതമായി പരിചയപ്പെടുത്തുന്നു.
വലിപ്പത്തിലും ഭാരത്തിലും സമയത്തിലുമുള്ള
വൈവിധ്യങ്ങൾ. പ്രപഞ്ചത്തെ
നിരീക്ഷിക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്ന
സൂക്ഷ്മദർശികളും ദൂരദർശികളും.
ചെറുതിൽ ചെറുതു മുതൽ വലുതിൽ
വലുതുവരെയുള്ള പ്രപഞ്ചവൈവിധ്യത്തിൽ
ചെറുതിൽ വലുതും വലുതിൽ ചെറുതുമായ
മനുഷ്യന്റെ സ്ഥാനം.
പ്രപഞ്ചത്തെപ്പറ്റി അടിസ്ഥാനപരമായി
അറിയേണ്ട പ്രധാന കാര്യങ്ങളെല്ലാം
ലളിതമായി വിവരിക്കുന്നു.

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്